



UNIVERSITY OF
THESSALY
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Παρακολούθηση ακουστικού περιβάλλοντος στα εργοτάξια κατασκευής της επέκτασης της Γραμμής 3: Τμήμα “Χαϊδάρι-Πειραιάς”



ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ: ΓΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΣΚΑΜΑΓΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού
ΒΟΛΟΣ 2017

© 2017 Γκάτσος Γεώργιος

© 2017 Σκαμάγκας Κωνσταντίνος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων των συγγραφέων (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής: Δρ. Βογιατζής Κωνσταντίνος

(Επιβλέπων) Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

Δεύτερος Εξεταστής: Δρ. Κοπελιάς Παντελεήμων

Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

Τρίτος Εξεταστής: Δρ. Ηλιού Νικόλαος

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη του επιβλέποντος καθηγητή μας Δρ. Βογιατζή Κωνσταντίνο, Αναπληρωτή Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στον οποίο οφείλουμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε δίνοντάς μας τη δυνατότητα να εκπονήσουμε την διπλωματική μας εργασία στο συγκεκριμένο επιστημονικό τομέα. Τον ευχαριστούμε επίσης για τις πολύτιμες γνώσεις και για την απρόσκοπτη υποστήριξη και καθοδήγηση που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να απευθύνουμε στους Πολιτικούς Μηχανικούς Αντωνιάδη Χάρη και Ζαφειροπούλου Βασιλική για την άριστη συνεργασία μας και για την αμέριστη και απλόχερη βοήθειά τους, χωρίς την οποία η ολοκλήρωση της μελέτης θα ήταν αδύνατη. Το αμείωτο ενδιαφέρον, οι υποδείξεις, η καθοδήγηση, η προθυμία τους και η συμπαράστασή τους τόσο κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους όσο και κατά τη συγγραφή της εργασίας, ήταν καθοριστική για την ομαλή διεκπεραίωση της εργασίας.

Ευχαριστίες οφείλουμε και στον Λέκτορα Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Δρ. Κοπελιά Παντελεήμων και στον Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Δρ. Ηλιού Νικόλαο τόσο για την προσεκτική ανάγνωση και εξέταση της διπλωματικής μας εργασίας όσο και για την ενεργό συνεισφορά, στήριξη και συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών μας σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή – Γενικά Στοιχεία
 - 1.1. Το Αττικό Μετρό
 - 1.2. Εργασίες στην Επέκταση της Γραμμής 3
 - 1.3. Ο Περιβαλλοντικός Θόρυβος στις Συγκοινωνίες
2. Υφιστάμενη Νομοθεσία - Ελληνικό & Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο σχετικά με το θόρυβο & τις δονήσεις
 - 2.1. Ισχύουσες διατάξεις - Ελληνικό & Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο
 - 2.2. Εγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Όροι (ΚΥΑ 143033/03.08.2009, που τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ Α.Π. οικ. 203707/23.09.2011)
 - 2.3. Ισχύουσες Προδιαγραφές
 - 2.3.1. Πρόγραμμα Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων (Θ & Δ) κατά την κατασκευή
 - 2.3.2. Ειδική Μελέτη Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων κατά την Κατασκευή
 - 2.3.3. Όρια εκπομπής θορύβου και δονήσεων
3. Αναλυτικό Πρόγραμμα Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων (Θ & Δ) κατά την κατασκευή
 - 3.1. Γενικά
 - 3.2. Προτεινόμενο πρόγραμμα παρακολούθησης Θ&Δ κατά την κατασκευή
 - 3.3. Μόνιμο σύστημα παρακολούθησης θορύβου
 - 3.4. Εκθέσεις Αποτελεσμάτων Προγράμματος Παρακολούθησης Θορύβου και Δονήσεων
4. Ειδική Μελέτη Ελέγχου Αερόφερτου Θορύβου κατά την Κατασκευή
 - 4.1. Μετρήσεις υπάρχουσας κατάστασης εδαφομεταφερόμενου και αερομεταφερόμενου θορύβου και δονήσεων του περιβάλλοντος χώρου
 - 4.2. Μεθοδολογία υπολογισμών θορύβου – Το Λογισμικό MITHRA
 - 4.3. Εκτίμηση των πιθανών ανεπιθύμητων επιπτώσεων από τον θόρυβο στους ευαίσθητους πλησιέστερους χρήστες & προκαταρκτική θεώρηση μέτρων αντιθορυβικής προστασίας
 - 4.3.1. Γενικά μέτρα
 - 4.3.2. Μέτρα κατά την κατασκευή
5. Πρόγραμμα παρακολούθησης θορύβου εργοταξίων
 - 5.1. Απρίλιος 2015
 - 5.1.1. Συστήματα συνεχούς παρακολούθησης στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού
 - 5.1.2. Έκθεση Προγράμματος Παρακολούθησης Αερόφερτου Θορύβου: Απρίλιος 2015
 - 5.1.3. Μετρήσεις υπάρχουσας κατάστασης εδαφομεταφερόμενου και αερομεταφερόμενου θορύβου του περιβάλλοντος χώρου
 - 5.1.4. Αποτελέσματα μετρήσεων Απριλίου 2015
 - 5.2. Μάιος 2015
 - 5.2.1. Συστήματα συνεχούς παρακολούθησης στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού

- 5.2.2. Αποτελέσματα μετρήσεων Μαΐου 2015
- 5.3. Ιούνιος 2015
 - 5.3.1. Συστήματα συνεχούς παρακολούθησης στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού
 - 5.3.2. Αποτελέσματα μετρήσεων Ιουνίου 2015
- 6. Αξιολόγηση - συμπεράσματα προγράμματος
 - 6.1. Αποτελέσματα Προγράμματος Απρίλιος - Μάιος - Ιούνιος 2015
 - 6.1.1. Αξιολόγηση Απρίλιος 2015
 - 6.1.2. Αξιολόγηση Μάιος 2015
 - 6.1.3. Αξιολόγηση Ιούνιος 2015
 - 6.2. Έκθεση Αποτελεσμάτων για τα έτη 2015, 2016 και 2017 – Συμπεράσματα
 - 6.2.1. Γραφική Απεικόνιση Β' τριμήνου 2015
 - 6.2.2. Γραφική Απεικόνιση της διακύμανσης των δεικτών Lden και Lnight για το διάστημα από 01/01/2016 έως 28/02/2017
 - 6.3. Γενικά Συμπεράσματα
- 7. Βιβλιογραφία
- 8. Παραρτήματα
 - 8.1. Παράρτημα Α: Εργοταξιακοί Χώροι: Σταθμοί & Φρεάτια
 - 8.2. Παράρτημα Β: Μετρολογικός Εξοπλισμός

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1. Το Αττικό Μετρό

Η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. είναι μια σύγχρονη εταιρεία δημοσίου συμφέροντος, με προσωπικό υψηλής επιστημονικής κατάρτισης, η οποία με υπεύθυνο σχεδιασμό και συστηματική δουλειά υλοποιεί την ανάπτυξη του δικτύου του Μετρό της Αθήνας. Σήμερα, οι δύο Γραμμές του Μετρό της Αθήνας έχουν συνολικό μήκος περίπου 59,7 χλμ και 40 σύγχρονους σταθμούς (συμπεριλαμβανομένων των 4 Σταθμών καθώς και τα 20,7 χλμ. γραμμής του προαστιακού από τον σταθμό ΔΟΥΚΙΣΣΗΣ ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ προς Αεροδρόμιο) και εξυπηρετούν 938.000 επιβάτες. Επίσης, η Γραμμή 1 του ΗΣΑΠ εξυπηρετεί αντίστοιχα περισσότερους από 460.000 επιβάτες. Έτσι -μαζί με το Τραμ και τον Προαστιακό- το Μετρό συμβάλλει στη σύνθεση ενός σύγχρονου συγκοινωνιακού δικτύου και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στο λεκανοπέδιο. Το Μετρό της Αθήνας φημίζεται για τα εντυπωσιακά αρχαιολογικά εκθέματα στους κεντρικούς Σταθμούς του δικτύου του, καθώς και για τα έργα τέχνης διακεκριμένων καλλιτεχνών σχεδόν σε όλους τους Σταθμούς των Γραμμών 2 και 3. Αξίζει να σημειωθεί ότι, χάρη στην κατασκευή του Μετρό της Αθήνας, πραγματοποιήθηκε η μεγαλύτερη αρχαιολογική ανασκαφή στην Πρωτεύουσα (79.000 τ.μ.) η οποία έφερε στο φως περισσότερα από 50.000 αρχαιολογικά ευρήματα από την νεολιθική περίοδο έως την σύγχρονη εποχή.

Αναγνωρίζοντας την ανάγκη συστηματικού σχεδιασμού, προγραμματισμού και χάραξης οικονομικής πολιτικής στις αστικές συγκοινωνίες, το κράτος ίδρυσε το 1978 τον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών, ο οποίος απετέλεσε ένα ανεξάρτητο κρατικό φορέα που είχε σαν σκοπό το συντονισμό και την υποστήριξη των τριών παραπάνω εταιρειών συγκοινωνιών. Το καλοκαίρι του 1991 ιδρύεται με το νόμο 1555 η Ανώνυμη Εταιρεία "ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ" με σκοπό τη μελέτη, κατασκευή, οργάνωση, διοίκηση, λειτουργία, εκμετάλλευση και ανάπτυξη του δικτύου του Μετρό στην περιοχή του Νομού Αττικής. Σε αυτό το πλαίσιο, δυο νέες Γραμμές Μετρό ξεκίνησαν να κατασκευάζονται στα τέλη του 1992. Στα τέλη του 1993, ιδρύεται η Ανώνυμη Εταιρεία Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (Ο.Α.Σ.Α. Α.Ε.) ως Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου και καθολικός διάδοχος του Ο.Α.Σ. και των αρμοδιοτήτων του. Το 1996, το καταστατικό του Ο.Α.Σ.Α. τροποποιείται και προσαρμόζεται στις διατάξεις του Ν.2414 περί εκσυγχρονισμού των Αστικών Συγκοινωνιών. Από το Δεκέμβριο του 1998 με τη δημοσίευση του Νόμου 2669 οι Αστικές Συγκοινωνίες της περιοχής Αθηνών-Πειραιώς και Περιχώρων μπαίνουν σε νέα φάση. Ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός, η οργάνωση, ο συντονισμός, ο έλεγχος, και η παροχή του Συγκοινωνιακού Έργου όλων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς ανήκουν στον Ο.Α.Σ.Α., ενώ η εκτέλεση του Συγκοινωνιακού Έργου με λεωφορεία, τρόλλεϋ, ηλεκτρικό σιδηρόδρομο στην περιοχή αρμοδιότητας του Ο.Α.Σ.Α. διενεργείται από τους συμβαλλόμενους με αυτόν (ΕΦΣΕ) Εκτελεστικούς Φορείς Συγκοινωνιακού Έργου (Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε., Η.Λ.Π.Α.Π. Α.Ε., Η.Σ.Α.Π. Α.Ε.), οι οποίοι αποτελούν και τις θυγατρικές του εταιρείες. Στο μεταξύ η κατασκευή των Γραμμών 2 και 3 του Μετρό Αθήνας εξελίσσεται κανονικά όλα αυτά τα χρόνια και τον

Ιανουάριο του 2000 τίθεται σε λειτουργία το πρώτο τμήμα του έργου: η Γραμμή 2 «ΣΥΝΤΑΓΜΑ-ΣΕΠΟΛΙΑ» και η Γραμμή 3, «ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ-ΣΥΝΤΑΓΜΑ», συνολικού μήκους 13 χλμ. με 14 Σταθμούς. Το Νοέμβριο του 2000 προστίθεται στο δίκτυο το τμήμα της Γραμμής 2 ΣΥΝΤΑΓΜΑ-ΔΑΦΝΗ, μήκους 5 χλμ. με 5 νέους Σταθμούς, ενώ την ίδια χρονιά ιδρύεται η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Α.Ε. (θυγατρική εταιρεία της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.) με σκοπό να διαχειριστεί τη λειτουργία του συστήματος. Τον Απρίλιο του 2003 προστίθεται στο δίκτυο του Μετρό το τμήμα της Γραμμής 3 ΣΥΝΤΑΓΜΑ-ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ (1,5 χλμ. και ένας νέος Σταθμός) και το καλοκαίρι του 2004 παραδίδονται οι πρώτες επεκτάσεις του δικτύου:

Η Γραμμή 3 (ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ-ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ) επεκτείνεται υπογείως προς τα βόρεια (κατά 5,9 χλμ.) έως τον Σταθμό ΔΟΥΚΙΣΣΗΣ ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ και από εκεί οι νέοι συρμοί του Μετρό αναδύονται στην επιφάνεια και μέσω των Γραμμών του Προαστιακού Σιδηροδρόμου φθάνουν στον Σταθμό του Διεθνούς Αεροδρομίου Αθηνών “Ελευθέριος Βενιζέλος”.

Η Γραμμή 2 (ΣΕΠΟΛΙΑ-ΔΑΦΝΗ) επεκτείνεται στα δυο της άκρα και το Μετρό πλέον φθάνει δυτικότερα στο σταθμό ΑΓΙΟ ΑΝΤΩΝΙΟ (Περιστέρι) και νοτιότερα στο σταθμό ΑΓΙΟ ΔΗΜΗΤΡΙΟ/ΑΛΕΚΟ ΠΑΝΑΓΟΥΛΗ.

Το Μάιο του 2007 εντάσσεται στο δίκτυο του Μετρό η επέκταση της Γραμμής 3 από το Μοναστηράκι έως το Αιγάλεω, μήκους 4,2 χλμ. με 3 νέους σύγχρονους Σταθμούς, βελτιώνοντας σημαντικά τη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση των κατοίκων των Δυτικών Προαστίων. Το Δεκέμβριο του 2013 παραδόθηκε επίσης μια νέα επέκταση της Γραμμής 3, από το σταθμό Αιγάλεω μέχρι το σταθμό Αγ. Μαρίνα (Δήμος Αγ. Βαρβάρας) συνολικού μήκους 1,4 χλμ. όπου εξυπηρετεί καθημερινά περισσότερους από 30.000 επιβάτες. Με την παράδοση του σταθμού Αγ. Μαρίνα ολοκληρώθηκε εντός του 2013, η παράδοση 7 συνολικά σταθμών προς το επιβατικό κοινό και συγκεκριμένα των σταθμών Περιστέρι και Ανθούπολη στις 5 Απριλίου 2013 και των σταθμών Ηλιούπολη, Άλιμος, Αργυρούπολη και Ελληνικό στις 25 Ιουλίου 2013.

Σήμερα, οι δύο Γραμμές του Μετρό Αθήνας έχουν συνολικό μήκος 59,7 χλμ. (συμπεριλαμβανομένων των 20,7 χλμ. γραμμής του προαστιακού από τον Σταθμό Δουκίσσης Πλακεντίας προς το Αεροδρόμιο) και διαθέτουν 40 σύγχρονους Σταθμούς (περιλαμβάνοντας 4 σταθμούς σε κοινή χρήση με τον Προαστιακό). Καθημερινά περίπου 938.000 επιβάτες εξυπηρετούνται από τις Γραμμές 2 και 3 του Μετρό, ενώ η Γραμμή 1 των ΗΣΑΠ (μήκους 25,6 χλμ. με 24 Σταθμούς) εξυπηρετεί αντίστοιχα 460.000 επιβάτες. Οι Αθηναίοι έχουν πλέον τη δυνατότητα να πραγματοποιούν “συνδυασμένες διαδρομές” εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο στις καθημερινές τους μετακινήσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι με το Μετρό χρειάζονται μόλις 14 λεπτά για να καλυφθεί η απόσταση Σύνταγμα-Χαλάνδρι, ενώ με το αυτοκίνητο η ίδια απόσταση καλύπτεται σε 45 λεπτά σε ώρες αιχμής. Επισημαίνεται ακόμη ότι από το καλοκαίρι του 2004, προστέθηκαν στο σύστημα συγκοινωνιών δύο νέα “μέλη”, το ΤΡΑΜ και ο Προαστιακός Σιδηρόδρομος. Το ΤΡΑΜ διαθέτει δύο Γραμμές συνολικού μήκους 26,1 χλμ. που συγκλίνουν στη λεωφόρο Ποσειδώνος στο ύψος του Παλαιού Φαλήρου. Με τη λειτουργία του ΤΡΑΜ επιτυγχάνεται η σύνδεση του κέντρου της Αθήνας με την παραλιακή ζώνη έως το Ελληνικό (Γραμμή 1) και του

Νέο Φαλήρου με τη Γλυφάδα (Γραμμή 2). Το δίκτυο του Προαστιακού Σιδηροδρόμου εξασφαλίζει πρόσβαση στο Διεθνές Αεροδρόμιο Αθηνών “Ελευθέριος Βενιζέλος” σε 40 περίπου λεπτά από το κέντρο της πόλης. Το Μετρό της Αθήνας αποτελώντας ένα από τα σημαντικότερα συγκοινωνιακά έργα και το πλέον προσφιλές δημόσιο μέσο μεταφοράς στο Λεκανοπέδιο συνεχίζει να επεκτείνεται με γοργούς ρυθμούς.

Η Αττικό Μετρό Α.Ε. επαναδημοπράτησε στις 21 Νοεμβρίου 2008 το διαγωνισμό για την κατασκευή της επέκτασης της Γραμμής 3 του Μετρό στα Δυτικά Προάστια με κατάληξη στον Πειραιά και την 1η Μαρτίου 2012 υπογράφηκε η σχετική σύμβαση με την ανάδοχο κοιναπραξία J&P - ΑΒΑΞ Α.Ε., GHELLA SPA, ALSTOM TRANSPORT S.A. Η επέκταση αυτή θα έχει συνολικό μήκος 7,6 χλμ. και θα προσθέσει στο δίκτυο του Μετρό 6 νέους Σταθμούς εξυπηρετώντας τόσο τα δυτικά προάστια του Λεκανοπεδίου όσο και τον Πειραιά, ο οποίος θα διαθέτει 3 σύγχρονους Σταθμούς Μετρό. Παράλληλα, βρίσκεται σε λειτουργία για τις ανάγκες των δημόσιων μεταφορών ένας μεγάλος αριθμός νέων λεωφορείων κινούμενων με φυσικό αέριο ή και πετρέλαιο, ενώ προγραμματίζεται η σταδιακή αντικατάσταση ολόκληρου του υφιστάμενου στόλου. Το σύστημα συγκοινωνιών της Αθήνας μεταμορφώνεται χρόνο με το χρόνο εξυπηρετώντας ολοένα και περισσότερες περιοχές του Λεκανοπεδίου. Τα οφέλη από την συστηματική χρήση των δημοσίων μέσων μεταφοράς είναι πολλαπλά για τους κατοίκους της πρωτεύουσας, τόσο για τους χρήστες των δημοσίων μέσων (ταχύτητα, άνεση, ασφάλεια, αξιοπιστία), όσο και γενικότερα (μείωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καταπολέμηση του θορύβου, κλπ.) για την πόλη. Για τον σκοπό αυτό, το 2011 ιδρύθηκε η ανώνυμη εταιρεία με την επωνυμία ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ και το διακριτικό τίτλο ΣΤΑ.ΣΥ. Α.Ε. κατόπιν της απορρόφησης των εταιρειών ΗΣΑΠ Α.Ε. και ΤΡΑΜ Α.Ε. από την ΑΜΕΛ Α.Ε. Η ΣΤΑΣΥ Α.Ε. αποτελεί εταιρεία του ομίλου ΟΑΣΑ, και έχει ως κύρια αρμοδιότητα την εκτέλεση του συγκοινωνιακού έργου μέσα στα όρια της Περιφέρειας Αττικής για την εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού, με τα (επίγεια και υπόγεια) μέσα σταθερής τροχιάς (αστικοί σιδηρόδρομοι, τροχιόδρομοι-τραμ και λοιπά μέσα σταθερής τροχιάς).

1.2. Εργασίες στην Επέκταση της Γραμμής 3

Το Μάιο 2007 δόθηκε σε λειτουργία η επέκταση της Γραμμής 3 του Μετρό από το Μοναστηράκι προς το Αιγάλεω, μήκους 4,3 χμ., με 3 σύγχρονους Σταθμούς. Το Δεκέμβριο του 2013 προστέθηκε άλλος ένας Σταθμός στη γραμμή 3, ο Σταθμός ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΑ, μήκους 1,4 χλμ. με εκτιμώμενη επιβατική ημερήσια κίνηση 30.000 επιβατών. Σημειώνεται ότι στην ίδια εργολαβία είχε ενταχθεί και η κατασκευή Χώρου Στάθμευσης ΙΧ οχημάτων, ακριβώς δίπλα από τον Σταθμό, συνολικής χωρητικότητας 382 θέσεων ΙΧ. Ακόμα ένα από τα σημαντικά έργα της ίδιας επέκτασης ήταν και η κατασκευή ενός αμαξοστασίου στον Ελαιώνα το οποίο παραδόθηκε στη ΣΤΑΣΥ Α.Ε. τον Ιούλιο του 2011. Παράλληλα, ένας από τους μεγαλύτερους Δήμους της χώρας, ο Δήμος Περιστερίου, απέκτησε ακόμα δύο νέους Σταθμούς Μετρό τον Απρίλιο του 2013 (ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ – ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ), μετά την

επιτυχή ολοκλήρωση και λειτουργία του Σταθμού ΑΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ το καλοκαίρι του 2004. Σημειώνεται ακόμη ότι έχει διαμορφωθεί και αναπλαστεί η ομώνυμη πλατεία του Δήμου, η οποία καλύπτει μια συνολική έκταση 10.000 τμ. Τον Ιούλιο του 2013 προστέθηκε η επέκταση της Γραμμής 2 προς το Ελληνικό με 5,5 χλμ. υπόγειας Γραμμής και 4 νέους Σταθμούς (ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ, ΑΛΙΜΟΣ, ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ, ΕΛΛΗΝΙΚΟ). Συγκεκριμένα, με την προσθήκη της εν λόγω επέκτασης στο δίκτυο του Μετρό εκτιμάται ότι η ημερήσια επιβατική κίνηση του Μετρό αυξήθηκε κατά 83.000 επιβάτες. Αντίθετα, στην οδική κυκλοφορία εκτιμάται μείωση της τάξεως των 50.000 μετακινήσεων με ΙΧ ημερησίως. Η πλήρης ανάπτυξη του βόρειου άκρου της Γραμμής 3 πραγματοποιήθηκε το Δεκέμβριο του 2010 με τη λειτουργία του Σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ. Είχαν προηγηθεί ο Σταθμός ΧΟΛΑΡΓΟΣ τον Ιούλιο του ίδιου έτους και ο Σταθμός ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ το Σεπτέμβριο του 2009. Με την ίδια εργολαβία, στον Σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ-που είναι ο πρώτος Σταθμός Μετρό επί της Λεωφ. Μεσογείων που συναντούν οι προερχόμενοι από την Αγία Παρασκευή, τα Μεσόγεια και τα Ανατολικά παράλια της Αττικής - λειτουργεί Σταθμός Μετεπιβίβασης από και προς λεωφορειακές γραμμές. Τέλος, δόθηκε στο κοινό και υπόγειος χώρος στάθμευσης συνολικής χωρητικότητας 630 θέσεων ΙΧ οχημάτων.

Το Μετρό της Αθήνας επεκτείνεται τώρα και προς την Αγία Βαρβάρα, τον Κορυδαλλό, τη Νίκαια, τα Μανιάτικα και τον Πειραιά, με 6 νέους Σταθμούς και 7,6 χλμ. υπόγειας γραμμής. Συγκεκριμένα, το Μάρτιο του 2012 υπογράφηκε η Σύμβαση επέκτασης της γραμμής 3 προς Πειραιά με την κατασκευαστική κοινοπραξία J&P ABAΞ, GHELLA SPA και ALSTOM TRANSPORT και ξεκίνησε η κατασκευή του έργου.

Στις 13 Φεβρουαρίου 2009, 6 τεχνικοί όμιλοι/κοινοπραξίες εκδήλωσαν το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή του έργου. Στις 5 Οκτωβρίου 2011 η Αττικό Μετρό ΑΕ προχώρησε στο άνοιγμα των Οικονομικών Προσφορών για την επέκταση της Γραμμής 3 του Μετρό προς τον Πειραιά. Η σειρά κατάταξης των τριών διαγωνιζομένων κοινοπραξιών με βάση την Οικονομική Προσφορά τους έχει ως εξής :

	ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑ
1.	J&P – ΑΒΑΞ ΑΕ – GHELLA SPA – ALSTOM TRANSPORT SA	343,96 εκ €
2.	ΑΚΤΩΡ ΑΤΕ – ΤΕΡΝΑ ΑΕ	349,00 εκ €
3.	FCC CONSTRUCCION S.A. – ALPINE BAU GMBH	349,75 εκ €

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα του Διαγωνισμού μειοδότης του έργου είναι η κοινοπραξία J&P – ΑΒΑΞ ΑΕ – GHELLA SPA – ALSTOM TRANSPORT SA.

Την 1η Μαρτίου 2012 υπογράφηκε η σχετική σύμβαση με την ανάδοχο κοινοπραξία J&P - ΑΒΑΞ Α.Ε., GHELLA SPA, ALSTOM TRANSPORT S.A. για την κατασκευή της

επέκτασης της Γραμμής 3 του Μετρό από την Αγία Μαρίνα προς τον Πειραιά, συνολικού μήκους 7,6 χλμ με 6 σύγχρονους σταθμούς. Την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. εκπροσώπησε ο Πρόεδρος Δ.Σ. & Διευθύνων Σύμβουλος Χρήστος Τσίτουρας ενώ την κοινοπραξία εκπροσώπησε ο Διευθύνων Σύμβουλος της J&P ΑΒΑΞ Α.Ε. Κωνσταντίνος Μιτζάλης. Πρόκειται για μια επένδυση ύψους 730.000.000 ευρώ σε περιοχές του Δήμου Πειραιά και των Δήμων της ευρύτερης περιοχής (Νίκαια, Κορυδαλλός, Αγ.Βαρβάρα) που σήμερα έχουν έντονα προβλήματα κυκλοφορίας και χαμηλό επίπεδο εξυπηρέτησης από ΜΜΜ.

Με την κατασκευή της επέκτασης του Μετρό προς τον Πειραιά θα εξυπηρετούνται καθημερινά 132.000 επιβάτες, ενώ ο συνολικός χρόνος από το Λιμάνι έως το Αεροδρόμιο θα διανύεται με το Μετρό μόλις σε 45 λεπτά. Επιπρόσθετα, με τη λειτουργία του έργου θα κυκλοφορούν καθημερινά περίπου 23.000 ΙΧ οχήματα λιγότερα, επιφέροντας αντίστοιχα μείωση των ρύπων CO₂ κατά 120 τόνους ημερησίως. Ιδιαίτερα δε, στον Σταθμό ΠΕΙΡΑΙΑ προβλέπεται να δημιουργηθεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό Συγκοινωνιακό Κέντρο, συνενώνοντας λειτουργικά δύο γραμμές Μετρό (Γραμμή 1 και Γραμμή 3), το Λιμάνι, τον Προαστιακό Σιδηρόδρομο και το Τραμ, το οποίο προβλέπεται επίσης να διέλθει από την περιοχή αυτή, διευκολύνοντας έτσι τις μετεπιβιβάσεις μεταξύ όλων των μέσων μεταφοράς. Η κατασκευή της σήραγγας του Μετρό θα πραγματοποιηθεί με «μετροπόντικα» (TBM) προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η αναπόφευκτη όχληση στη λειτουργία των Δήμων και συνολικά αναμένεται να απασχοληθούν 2.000 άτομα κατά τα έτη της κατασκευής της επέκτασης (2012-2017). Πρόσφατα δε ξεκίνησε η κατασκευή της επέκτασης του Τραμ από Ν. Φάληρο μέχρι το κέντρο του Πειραιά, ολοκληρώνοντας έτσι την απ' ευθείας σύνδεση του παραλιακού άξονα με τον Πειραιά μέσω του Τραμ. Συγκεκριμένα, τον Ιανουάριο του 2013 υπεγράφη η σύμβαση μεταξύ της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ και της εταιρείας ΘΕΜΕΛΗ ΑΕ.

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΓΡΑΜΜΗΣ 3 ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ



Θέσεις Σταθμών

Αγία Βαρβάρα	Λ. Ελευθερίου Βενιζέλου (Αγ. Ελεούσα)
Κορυδαλλός	Πλατεία Ελευθερίας
Νίκαια	Πλατεία Ελ. Βενιζέλου
Μανιάτικα	Αιτωλικού & Μαυρομιχάλη
Πειραιάς	Λιμάνι (πλησίον σταθμού ΗΣΑΠ)
Δημοτικό Θέατρο	Ηρώων Πολυτεχνείου & Βασ. Γεωργίου

Σήραγγα

Συνολικά 6,5 χλμ σήραγγας της επέκτασης θα κατασκευασθούν με Μηχάνημα Διάνοιξης Σηράγγων («μετροπόντικας»), ενώ το υπόλοιπο τμήμα στην αρχή και στο τέλος του έργου θα υλοποιηθεί με υπόγεια εκσκαφή.

Φρέατα

Συνολικά προβλέπονται 8 φρέατα αερισμού κατά μήκος της νέας Γραμμής και δύο για την είσοδο και την έξοδο του «μετροπόντικα».

1.3. Ο Περιβαλλοντικός Θόρυβος στις Συγκοινωνίες

Στην Ελλάδα, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι συγκοινωνιακές υποδομές και ιδιαίτερα οι οδικές μεταφορές αποτελούν το κύριο μέσο μετακίνησης ατόμων και αγαθών και ότι ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία αποτελεί την κύρια πηγή ενόχλησης και υποβάθμισης αστικού τοπίου, επιβάλλεται ως αναγκαία και ικανή συνθήκη για την πόλη του 21^{ου} αιώνα η αλληλεξάρτηση της πολεοδομίας, ως θεσμικής ρύθμισης και τεχνολογίας της ανάπτυξης των πόλεων, με τον συγκοινωνιακό σχεδιασμό και το σύστημα μεταφορών, ώστε αυτή να καταστεί οδηγός για την πολεοδομική οργάνωση, με στόχο την αντιμετώπιση του θορύβου ως όχληση του περιβάλλοντος και την προστασία του ακουστικού τοπίου. Το **ακουστικό τοπίο** και το **ακουστικό περιβάλλον** λαμβάνεται υπόψη με τρεις διαστάσεις εξαιρετικά αλληλένδετες η μία με την άλλη και σημαντικές στην ανάλυση και κυρίως στη νομοθετική διαδικασία:

- Ως ένα ηχητικό περιβάλλον (**environnement sonore**) όπου εκπέμπονται και λαμβάνονται τα ηχητικά σήματα,
- Ως ένα ηχητικό περιβάλλον κοινωνικό (**milieu sonore**) όπου «διαδραματίζονται οι κοινωνικές σχέσεις δια μέσου των διαφόρων δραστηριοτήτων και πρακτικών του ανθρώπου (με βάση τους κοινωνικούς κανόνες) μέσα στο χώρο» και,

- Ως ένα ηχητικό τοπίο (**paysage sonore**) με το οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τον Ηχητικό κόσμο «μέσα από την αισθητική εμπειρία του».

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος αποτελείται από ήχους διαφόρων εντάσεων και συχνοτήτων. Όμως το ανθρώπινο αυτί έχει διαφορετική ευαισθησία στις διάφορες συχνότητες. Γι' αυτό οι θόρυβοι που καταγράφονται από ένα μικρόφωνο φιλτράρονται και προσαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο που το ανθρώπινο αυτί φιλτράρει και προσαρμόζει τους ήχους που δέχεται. Υπάρχουν διάφορες μεθοδοί προσομοίωσης του ανθρώπινου αυτιού που δίνουν λιγότερη έμφαση σε κάποιες συχνότητες και περισσότερη σε άλλες.

Για τον περιβαλλοντικό θόρυβο χρησιμοποιείται η κλίμακα (φίλτρο) A που δίνει έμφαση στις συχνότητες γύρω στα 2000 Hz και ο περιβαλλοντικός θόρυβος που καταγράφεται εκφράζεται σε dB(A).

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι «μονάδες μετρήσεων» θορύβου δεν χρησιμοποιούνται με την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιούνται οι λοιπές μονάδες μήκους. Η απλή άθροιση των decibels είναι αδύνατη, λόγω του ότι η κλίμακα dB(A) είναι λογαριθμική και όχι γραμμική. Για τους συνήθεις ήχους το εύρος της στάθμης ποικίλλει από 0 έως 130 decibel περίπου.

Επισημαίνεται ότι το άθροισμα δύο θορύβων της ίδιας ακουστικής στάθμης L_0 σε dB(A) θα έχει σαν αποτέλεσμα, ασχέτως της στάθμης, μία αύξηση 3 dB(A) δηλαδή ένα συνολικό επίπεδο $L_0 + 3$ dB(A). Έτσι η άθροιση 10 θορύβων του ίδιου επιπέδου L_0 θα δώσει ένα συνολικό θόρυβο $L_0 + 10$ dB(A), ενώ η διαφορά των 3 dB(A) στην άθροιση δύο θορύβων είναι πολύ δύσκολο να γίνει αντιληπτή από το αυτί.

Συνεπώς, για στάθμες περιβαλλοντικού θορύβου που διαφέρουν κατά 3 dB, η ισχυρότερη έχει διπλάσια ένταση σε σχέση με την ασθενέστερη, δηλαδή η στάθμη των 85 dB είναι διπλάσιας έντασης από αυτή των 82 dB, ενώ δύο ήχοι 85dB προστιθέμενοι έχουν στάθμη 88dB και όχι 170dB. Συνεπώς, η άθροιση 10 ήχων του ίδιου επιπέδου θα καταλήξει σε ένα συνολικό ήχο αυξημένο κατά 10 dB σε σχέση με την κάθε μεμονωμένη στάθμη.

Αξιοσημείωτο, επίσης, είναι το γεγονός ότι η διαφορά των 3dB στην άθροιση δύο ήχων είναι πολύ δύσκολο να γίνει αντιληπτή από το αυτί, ενώ μία αύξηση 10 dB(A) αυξάνει σημαντικά την ηχητική εντύπωση ή γενικότερα την ακουστική όχληση. Ανάλογα, μία μείωση κατά 10 dB βελτιώνει αισθητά αυτή την εντύπωση.

➤ **Βασικές έννοιες:**

- **Στάθμη Ηχητικής Πίεσης (SPL):** είναι το βασικό μέτρο της έκτασης των ακουστικών δονήσεων του αέρα που προκαλούν θόρυβο. Η «ηχητική πίεση αναφοράς» είναι ο χαμηλότερος ήχος που μπορεί να ακούσει το ανθρώπινο αυτί με αξία 20 micro-Pascals (20μPa). Η υψηλότερη πίεση που μπορεί να ακούσει το ανθρώπινο αυτί χωρίς να προκληθεί βλάβη είναι περίπου 20

Pascals. Αυτή η πίεση είναι 1.000.000 φορές υψηλότερη από την «ηχητική πίεση αναφοράς».

- **Τα decibels (dB):** Σε αυτό το επίπεδο των 1.000.000 φορές, το ανθρώπινο αυτί δεν είναι σε θέση να διακρίνει διαφορά της τάξης του ενός micro-Pascal. Μια διαφορά ανάμεσα σε 20 ή 21 micro-Pascals δεν είναι ικανή να ακουστεί ακόμα και ανάμεσα σε 20 και 40 micro-Pascals. Ο διπλασιασμός της ακουστικής πίεσης δεν είναι αισθητή από το ανθρώπινο αισθητήριο σύστημα ως διπλό επίπεδο ακουστικής πίεσης. Τα decibel (dB) έχουν μια κλίμακα : Τα 0 dB εκφράζουν την έναρξη που μπορεί κάτι να ακουστεί (20μPa) και τα περίπου 120 dB εκφράζουν την έναρξη του πόνου, π.χ. το μάξιμουμ.
- **“A” συχνότητα weighting:** Εξομοίωση του τρόπου που ανταποκρίνεται το ανθρώπινο αυτί σε ένα εύρος ακουστικών συχνοτήτων.
- **LAeq,T:** Δείκτης περιβαλλοντικού θορύβου που χρησιμοποιείται ευρέως και υπολογίζει μία συνεχή στάθμη θορύβου με το ίδιο περιεχόμενο ενέργειας όσο είναι και το κυμαινόμενο σήμα ακουστικού θορύβου που μετράται.
- **LAE: Στάθμη Ηχητικής Έκθεσης (SEL) :** συνδέεται στενά με τον δείκτη LAeq για την εκτίμηση περιπτώσεων (αεροσκάφη, τρένα κλπ) που περιέχουν την ίδια ποσότητα ακουστικής ενέργειας για μία «κανονική» περίοδο ενός δευτερολέπτου με την πραγματική περίπτωση θορύβου που είναι υπό εξέταση.
- **LAFMax, LASMax ή LAIMax:** Μέγιστο (max) A-σταθμικό επίπεδο θορύβου που μετράται με Γρήγορο (F), Αργό (S) ή Αυθόρμητη (I) στάθμη χρόνου. Είναι η υψηλότερη στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου που υπάρχει κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
- **LAFMin, LASMin ή LAIMin:** Ελάχιστο (min) A-σταθμικό επίπεδο θορύβου που μετράται με Γρήγορο (F), Αργό (S) ή Αυθόρμητη (I) στάθμη χρόνου. Είναι το χαμηλότερο επίπεδο περιβαλλοντικού θορύβου που υπάρχει κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
- **LAFn,T Ποσοστιαία επίπεδα:** Το A-σταθμικό επίπεδο θορύβου που ξεπερνά το n% του χρόνου μέτρησης (πρέπει να δηλωθεί η στάθμιση θορύβου – συνήθως γρήγορη) .
- **Παράμετροι Αεροπορικού Θορύβου:** Εάν ο αεροπορικός θόρυβος υπολογίζεται σαν μια απλή πηγή θορύβου (όπως συμβαίνει συνήθως) τότε οι συνηθισμένες παράμετροι περιβαλλοντικού θορύβου που απαιτούνται είναι οι LASMax και LAE (σε κάποια παλιότερα standards αντιστοιχεί με την LAX) για μεμονωμένα περιστατικά και οι LAeq,T για μια διαδοχή περιστατικών θορύβου. Σε κάποιες περιπτώσεις (πχ, πιστοποίηση αεροσκαφών), λεπτομερέστετη ανάλυση του 1/3-οκταβικού φασματικού περιεχομένου του αεροπορικού θορύβου είναι εφικτή με διαλείμματα του 0.5 δευτερολέπτου. Το Αντιληπτό επίπεδο θορύβου (LPN) τότε υπολογίζεται μετατρέποντας τα επίπεδα ηχητικής πίεσης σε αντιληπτές αξίες φασαρίας σύμφωνα με τα πρότυπα ICAO Annex 16 standards.

- **Ηχητική Ενέργεια L_w :** είναι η ακουστική ενέργεια (W) που εκπέμπεται από μια πηγή θορύβου. Αυτή η ενέργεια είναι απαραίτητως ανεξάρτητη από τον περίγυρο χώρο, ενώ η ηχητική πίεση εξαρτάται από τον περίγυρο (ανακλώμενες επιφάνειες) και από την απόσταση από τον δέκτη. Όπως και η ηχητική πίεση, η ηχητική ενέργεια μετράται με λογαρίθμους, το 0 dB επίπεδο ηχητικής δύναμης ανταποκρίνεται σε 1 pW (picowatt = 10^{-12} W), και ορίζεται συχνά σε dB(A), και σε φασματική ανάλυση 1/1 οκτάβας ή 1/3 οκτάβας.

2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ - ΕΛΛΗΝΙΚΟ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΘΟΡΥΒΟ & ΤΙΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ

2.1. Ισχύουσες διατάξεις - Ελληνικό & Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο

Κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου εξασφαλίζεται η τήρηση όλων των Νόμων και των σχετικών διατάξεων που απορρέουν από την Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία. Πιο αναλυτικά απαιτείται η τήρηση κατ' ελάχιστον του παρακάτω νομικού πλαισίου:

- Ο Νόμος 1650/86 (ΦΕΚ 160/Α/16.10.86) σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Κεφάλαιο ζ, Κυρώσεις – Αστικές Ευθύνες όπως τροποποιήθηκε από τον Ν.3010/25.4.2002 (ο οποίος ουσιαστικά αποτελεί εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις ευρωπαϊκές οδηγίες 97/11ΕΕ και 96/61ΕΕ) και τις ΚΥΑ 15393/2332/5-8-2002 και ΚΥΑ 69269/5387/25.11.90.
 - Άρθρο 28 ποινικές κυρώσεις
 - Άρθρο 29 αστικές ευθύνες
 - Άρθρο 30 διοικητικές κυρώσεις
- Το **Π.Δ. 1180/81** (ΦΕΚ 293/Α/6.10.81) όπου αναφέρονται τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου όπου σύμφωνα με το άρθρο 5: *"το ανώτατον επιτρεπόμενο όριο θορύβου, εκπεμπόμενο εις το περιβάλλον υπό των εγκαταστάσεων, καθορίζεται ως τούτο αναφέρεται εις τον κατωτέρω παρατιθέμενο πίνακα, μετρούμενο επί του ορίου του ακινήτου επί του οποίου κείται η εγκατάσταση.*

Πίνακας 2.1 Ανώτατα επιτρεπόμενα όρια θορύβου

α/α	Περιοχή	Ανώτατον όριον θορύβου εις dBA
1.	Νομοθετημένοι Βιομηχανικοί Περιοχαί	70
2.	Περιοχαί εις ας το επικρατέστερον στοιχείον είναι το βιομηχανικόν	65
3.	Περιοχαί εις ας επικρατεί εξ ίσου το βιομηχανικόν και αστικόν στοιχείον	55
4.	Περιοχαί εις ας επικρατεί το αστικόν στοιχείον	50

"Δια τας εγκαταστάσεις τας ευρισκομένας εν επαφή μετά κατοικουμένων κτισμάτων, το ανώτατον επιτρεπόμενο όριο θορύβου καθορίζεται εις 45 dB(A), ανεξαρτήτως της περιοχής εις ήν ευρίσκεται η εγκατάσταση μετρούμενο εντός του κατοικουμένου κτίσματος με ανοικτές θύρας και παράθυρα".

- ♦ Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τη σχετική ΜΠΕ, το όριο αυτό πρέπει να ελέγχεται επί του φυσικού ορίου του ακινήτου (εργοταξίου ή γραμμής) επί του οποίου ευρίσκονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις και **προτείνεται για την περίπτωση του μετρώ να οριοθετηθεί στα 65 dB(A).**
- ♦ Η Κοινή Υπουργική Απόφαση **37393/2028/29.3.03 (ΦΕΚ 1418/Β/29.3.03)** καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για τις εκπομπές θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους (η οποία υπερκαλύπτει και τα προβλεπόμενα στις: Υπ. Απ. 2640/270/ΦΕΚ 689/Β/18.8.78, Υπ. Απ. 56206/1613 ΦΕΚ 570/Β/9.9.86, Υπ. Απ. 69001/1921 ΦΕΚ 751/Β/18.8.88 και Υπ. Απ. 765/ΦΕΚ 81/Β/21.2.91)
- ♦ Η **Οδηγία 2002/49/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου, η οποία ενσωματώθηκε στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο με την **ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006** «Περί αξιολόγησης και διαχείρισης του περιβαλλοντικού θορύβου» στην Ελληνική Νομοθεσία), και προβλέπει όπως, για την αξιολόγηση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου, να χρησιμοποιείται ο δείκτης L_{den} (day-evening -night level) σε dB(A). Ο L_{den} είναι ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο με κατηγοριοποίηση κατά την ημέρα, το απόγευμα και τη νύχτα. Ο L_{night} είναι ο δείκτης διαταραχών του ύπνου. Οι ανωτέρω δείκτες θορύβου χρησιμοποιούνται: για να καταρτιστούν οι χάρτες θορύβου, να εκπονηθούν και να αναθεωρηθούν οι κανονιστικές διατάξεις σχετικά με τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου, το σχεδιασμό μέτρων και την οριοθέτηση θορύβου. Ο δείκτης L_{den} έχει αποδεδειγμένη σχέση με τον βαθμό κοινής όχλησης θορύβου και ειδικότερα με το ποσοστό αντιδράσεων ισχυρής όχλησης (%HA) και προσδιορίζεται με τον παρακάτω τύπο :

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

όπου :

- ✓ L_{day} : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου ημέρας, σταθμισμένη ως προς Α μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις ημερήσιες περιόδους ενός έτους,
- ✓ $L_{evening}$: είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου απογεύματος, σταθμισμένη ως προς Α μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις απογευματινές περιόδους ενός έτους

- ✓ **L_{night}**: είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου νύκτας, σταθμισμένη ως προς Α μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις νυκτερινές περιόδους ενός έτους

Έτσι σε κάθε 24ωρο υπάρχει ημέρα 12 ωρών, απόγευμα 4 ωρών και νύκτα 8 ωρών. Αν και τα χρονικά διαστήματα θα καθοριστούν οριστικά σε μελλοντικό στάδιο από το ΥΠΕΚΑ, οι βασικές ώρες εκκίνησης και λήξης των τριών (3) χρονικών περιόδων αξιολόγησης είναι :

- ✓ **07.00 – 19.00** για την ημέρα (12 ώρες)
- ✓ **19.00 – 23.00** για το απόγευμα (4 ώρες) και
- ✓ **23.00 – 07.00** για τη νύκτα (8 ώρες)

Το ύψος για μετρήσεις και αξιολογήσεις του L_{den} εξαρτάται από την εκάστοτε περίπτωση αλλά για τους σκοπούς της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου είναι 3,8-4,2 μέτρα πάνω από το έδαφος και 2 μέτρα τουλάχιστον έμπροσθεν της πλέον εκτεθειμένης πρόσοψης.

- ♦ η πρόσφατη **ΚΥΑ με αριθμ. οικ. 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012)** η οποία αποσκοπεί στην αντιμετώπιση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής των διατάξεων του άρθρου 14 του Ν.1650/86, και των άρθρων 2, 3 και 5 της ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 με την οποία έγινε η εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ στην ελληνική νομοθεσία, και καθορισμό ορίων οδικού κυκλοφοριακού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, σύμφωνα με τους δείκτες αξιολόγησης L_{den} (24-ώρος) και L_{night} (8-ώρος νυκτερινός), έτσι όπως αυτοί ορίζονται στην εν λόγω Οδηγία. Επίσης με την παρούσα ΚΥΑ καθορίζονται :
 - ✓ οι δέκτες που χρήζουν προστασίας από τον περιβαλλοντικό συγκοινωνιακό θόρυβο
 - ✓ οι τεχνικές προδιαγραφές σύνταξης και έγκρισης των Ειδικών Ακουστικών Μελετών Υπολογισμού & Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων για την αντιμετώπιση του οδικού και του σιδηροδρομικού θορύβου, καθώς και
 - ✓ οι τεχνικές προδιαγραφές σύνταξης και έγκρισης συστημάτων και προγραμμάτων παρακολούθησης του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου

ώστε να καθίσταται ευχερέστερη και πλέον αποτελεσματική η προσπάθεια για την αποτροπή της περιβαλλοντικής ηχορύπανσης και της γενικότερης υποβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος από την λειτουργία των συγκοινωνιακών υποδομών με την υιοθέτηση των απαραίτητων μέτρων ακουστικής αντιρρύπανσης στο πλαίσιο των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και των Περιβαλλοντικών Όρων λειτουργίας των συγκοινωνιακών υποδομών οι οποίες καθορίζονται στην συνέχεια. Η παρούσα ΚΥΑ εφαρμόζεται σε γραμμικές πηγές θορύβου από την λειτουργία όλων των συγκοινωνιακών έργων (οδικών, σιδηροδρομικών - και αεροπορικών που

δεν έχουν εφαρμογή στην παρούσα μελέτη) ώστε με τον καθορισμό, αξιολόγηση και την επιλογή των πλέον αποτελεσματικών, εφαρμογών και διαδικασιών αντιθορυβικής προστασίας καθώς και των συστημάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου να προλαμβάνονται ή να περιορίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης από την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο. Η παρούσα ΚΥΑ εφαρμόζεται επίσης στο πλαίσιο της Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται στην Κ.Υ.Α 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 εναρμόνισης της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Οι δείκτες και τα όρια εφαρμόζονται για δέκτες κατοικίας ευρισκόμενης εντός πάσης φύσεως - εν ισχύ - θεσμοθετημένων ορίων οικιστικής ανάπτυξης όπως ΓΠΣ, σχεδίων πόλης, οικισμών κλπ. για τα οποία υπάρχει σχετική απόφαση καθορισμού ορίων και όρων δόμησης. Επιπλέον, εφαρμόζονται για την προστασία ακουστικά ευαίσθητων δεκτών όπως:

- Εγκαταστάσεις Υγείας και Εκπαίδευσης (σχολεία, νοσοκομεία κλπ)
- Γηροκομεία, οίκοι τυφλών και συναφή ιδρύματα
- Χώροι πολιτιστικών/ κοινωνικών εκδηλώσεων (ανοικτά θέατρα, συνεδριακά κέντρα κλπ)

Ως δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών έργων ορίζονται, σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ και σύμφωνα με το άρθρο 3 παρ. στ, ζ, η, θ της ανωτέρω ΚΥΑ 13586/724 ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006, οι :

- ✓ $L_{den} (L_{day-evening-night})$ = σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24-ώρου = (Λημέρας-απογεύματος-νύκτας)
- ✓ L_{day} = (12-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας)
- ✓ $L_{evening}$ = (4-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης απογευματινού θορύβου)
- ✓ L_{night} = (8-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης νυκτερινού θορύβου)

Σημειώνεται ότι όλοι οι παραπάνω επιμέρους δείκτες αφορούν σταθμισμένες κατά Α-κλίμακα μακροπρόθεσμες μέσες ηχοστάθμες, όπως αυτές ορίζονται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987 και τις τυχόν αναθεωρήσεις του. Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω δεικτών οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου καθορίζονται τα ακόλουθα :

α. Για τον δείκτη L_{den} (24 –ωρος): τα 70 dB(A)

β. Για τον δείκτη L_{night} (8 –ωρος νυκτερινός): τα 60 dB(A)

Η διαδικασία ελέγχου, υπολογισμού και αξιολόγησης των ανωτέρω ορίων γίνεται στο πλαίσιο της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται σύμφωνα με την ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-

2006 εναρμόνισης της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Σύμφωνα με το Παράρτημα 2: «**Ακουστικές μετρήσεις καταγραφής περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου**» ορίζεται η εκάστοτε αναγκαία καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου και γενικότερα του υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος για το σύνολο των αναγκών ηχοπροστασίας και παρακολούθησης του, κατά την λειτουργία ενός συγκοινωνιακού έργου. Προκειμένου να καλύπτει όλες τις ανάγκες της παρούσης Κοινής Υπουργικής απόφασης θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- 1) Δείκτες και ανάλυση μετρήσεων: Για να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της ακουστικής επιβάρυνσης από την λειτουργία του συγκοινωνιακού έργου θα γίνεται στατιστική ανάλυση του θορύβου σε πραγματικό χρόνο (real-time). Η ανάλυση αυτή θα παρέχει στοιχεία για όλες τις παρακάτω αναφερόμενες ηχοστάθμες σε dB(A) και κατά ISO1996/1 (Description and measurement of Environmental noise – Basic quantities and procedures) και τις τυχόν αναθεωρήσεις του:
 - ποσοστομετρικοί δείκτες θορύβου L1, L10, L50, L95, L99 καθώς και οι μέγιστες στάθμες (L_{max}) και ελάχιστες τιμές (L_{min}) στην διάρκεια της 24ωρης καταγραφής,
 - δείκτες του άρθρου 3 ανωτέρω και πιο συγκεκριμένα: L_{den}, και L_{night}
 - δείκτες του άρθρου 6 ανωτέρω και πιο συγκεκριμένα L_{de} και L_n (ειδικά για τον οδικό και σιδηροδρομικό θόρυβο), και
 - ενεργειακά ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη L_{Aeq}(24h) όπου:
 - η ενεργειακά ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου (L_{eq}) εκφράζει την σταθερή εκείνη στάθμη του θορύβου, η οποία για κάποια ορισμένη χρονική περίοδο έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου,
 - η ποσοστομοριακή στάθμη L_N είναι η στάθμη εκείνη, η οποία υπερβαίνεται κατά το Ν% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης
2. Χρονική περίοδος καταγραφής: Δεδομένου ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος έχει άμεση σχέση με την ημέρα αλλά και ώρα της ημέρας ή της νύκτας κατά την οποία έγιναν οι μετρήσεις, πρέπει να εξετάζεται κατά το δυνατόν η ημερήσια/ωριαία διακύμανση του φόρτου ώστε να διαπιστώνεται η αντιπροσωπευτική περίοδος των μετρήσεων και να εξασφαλίζεται η απαραίτητη αξιοπιστία. Στο πλαίσιο αυτό, όλες οι ακουστικές μετρήσεις για τις ανάγκες της παρούσης θα γίνονται σε χρονικές περιόδους 24ωρης διάρκειας – ανά θέση μέτρησης – και θα διασφαλίζουν ανάλυση της διακύμανσης των ανωτέρω δεικτών του ακουστικού περιβάλλοντος σε ωριαία βάση με ελάχιστο βήμα δειγματοληψίας συνεχόμενης καταγραφής < 1sec.
3. Θέσεις μέτρησης: Οι ακουστικές μετρήσεις θα πραγματοποιούνται σε ικανό αριθμό θέσεων στην άμεση περιοχή του έργου κατά μήκος τόσο της οδού, ώστε να καλύπτουν το σύνολο των πλησιέστερων προς το έργο – των δεκτών του άρθρου 2 ανωτέρω – και με τέτοιο τρόπο ώστε παρέχουν αντικειμενική εικόνα της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος, σε ύψος 4,0 m ± 0,2 m (3,8 – 4,2 m) πάνω από το έδαφος (με χρήση κατάλληλης διάταξης τρίποδα ή

τηλεσκοπικού ιστού) και σε απόσταση 2 μ. από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη του δέκτη μακριά από κάθετες ήχο - ανακλαστικές επιφάνειες ώστε να αποφεύγονται τυχόν ανακλάσεις που θα επιβαρύνουν την μετρούμενη στάθμη.

4. Όργανα μέτρησης: Τα όργανα ηχομετρήσεων και οι βαθμονομητές των θα πρέπει να πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές που περιέχονται στις δημοσιεύσεις 651 και 804 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (I.E.C. PUBLICATIONS 651 / 1979 και 804-1985) και τις τυχόν αναθεωρήσεις των. Επίσης θα πληρούν τα πρότυπα IEC 1260 και IEC 61672-1 με τις τυχόν αναθεωρήσεις των. Επιπλέον στο σύστημα ηχομέτρησης θα πρέπει να εξασφαλίζεται: Στάθμιση συχνοτήτων κατά A, C (IEC 651), Z (EN 61672), γραμμική 10 Hz-20 kHz.
5. Στάθμιση χρόνου: S(slow), F(fast) και I(impulse) κατά IEC 651 και τυχόν αναθεωρήσεων του. Μέτρηση στάθμης ηχητικής πίεσης (SPL) από 20-120 αΒ(A), με δυναμικό εύρος μετρήσεων 100 dB, εύρος συχνοτήτων 15 Hz – 20 kHz με ρυθμό δειγματοληψίας 48Khz. Θα διαθέτει κατάλληλο επεξεργαστή για ολοκληρωτική και ποσοστομοριακή ανάλυση περιβαλλοντικού θορύβου για το σύνολο των ανωτέρω δεικτών, και θα πρέπει να παρέχεται συνεχής λειτουργία με ξηρά στοιχεία (μπαταρίες) για περίοδο > 24 ωρών. Θα έχει πυκνωτικό μικρόφωνο ICP Free-Field με προ-ενισχυτή (IEPE) 1/2'' class 1 (low noise) και θα πρέπει να διαθέτει διάταξη προστασίας έναντι δυσμενών καιρικών συνθηκών, της υγρασίας και του αέρα με κατάλληλο ανεμοκάλυπτρο εφοδιασμένο με διάταξη προστασίας από πουλιά.
6. Βαθμονόμηση οργάνων: Πριν και μετά από κάθε δέσμης μετρήσεων, ένας κατάλληλος βαθμονομητής ISO-EN-20942 ή τυχόν αναθεώρησης του, θα πρέπει να εφαρμοστεί στο μικρόφωνο για να ελεγχθεί εάν η τιμή αναφοράς που εκπέμπεται από τον βαθμονομητή ταιριάζει με αυτή που γράφει ολόκληρο το σύστημα μέτρησης. Αυτή η περίπτωση θα παρουσιαστεί στην έκθεση των μετρήσεων μαζί με τα σχετικά στοιχεία (αύξων αριθμός, κατασκευαστής και πρότυπο). Ο βαθμονομητής και το ηχόμετρο θα πρέπει να έχουν βαθμονομηθεί τους τελευταίους 24 μήνες με τεκμηριωμένες μεθόδους βαθμονόμησης. Εάν υπάρχει διαφορά που υπερβαίνει τα 0.5 dB(A) μεταξύ των βαθμονομήσεων πριν και μετά την έρευνα, οι έλεγχοι θα πρέπει να επαναλαμβάνονται.
7. Στοιχεία μετρήσεων: Όλα τα στοιχεία των ακουστικών καταγραφών μαζί με τα σκαριφήματα, σχέδια και/ή χάρτες και φωτογραφίες που θα παρουσιάζουν τα σημεία, την ημερομηνία και ώρα μέτρησης, τα αριθμητικά αποτελέσματα και την επεξεργασία αυτών θα προβάλλονται αναλυτικά σε μορφή πίνακα η/και διαγράμματος διαχρονικής εξέλιξης αναγράφοντας τα στοιχεία του φυσικού προσώπου που ήταν υπεύθυνος για τις επί τόπου μετρήσεις καθώς και του υπεύθυνου σύνταξης της έκθεσης στην περίπτωση που δεν είναι το ίδιο πρόσωπο. Θα καταγράφονται τα στοιχεία: ταχύτητας του ανέμου (m/sec), θερμοκρασίας περιβάλλοντος (Co) και σχετικής υγρασίας (%) κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Επίσης, θα καταγράφονται τα χαρακτηριστικά όλου του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε (τύπος ηχομέτρου, στατιστικός αναλυτής θορύβου, λογισμικά επεξεργασίας, βαθμονομητής κ.λπ.), ενώ θα υποβάλλονται

υποχρεωτικά τα απαραίτητα – εν ισχύ – πιστοποιητικά διαπίστευσης – βαθμονόμησης του εξοπλισμού από κατάλληλο διαπιστευμένο εργαστήριο, μέγιστης διάρκειας ισχύος δύο (2) ετών.

8. **Συνθήκες μέτρησης:** Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στον προσδιορισμό των μετρήσεων, ιδιαίτερα σε συνθήκες ελεύθερου πεδίου, που μπορούν να ακυρώσουν τα αποτελέσματα. Ιδιαίτερα σε ότι αφορά τους ατμοσφαιρικές παράγοντες, επισημαίνεται ότι οι κατάλληλες ατμοσφαιρικές συνθήκες για μετρήσεις ορίζονται ως οι περίοδοι όπου δεν υπάρχει καθόλου βροχή ή χιόνι και όταν η ταχύτητα ανέμου δεν υπερβαίνει τα 3 m/s στη θέση μέτρησης. Στο πλαίσιο αυτό, δεν θα διεξάγονται μετρήσεις κατά την διάρκεια δυνατών ανέμων, βροχής, χιονόπτωσης και ομίχλης όπως επίσης και κατά την διάρκεια καταστάσεων που δεν αντιπροσωπεύουν την συνήθη οδική κυκλοφοριακή εικόνα (π.χ. κατά την διάρκεια ενός οδικού ατυχήματος ή παρουσίας εργοταξίου κ.λπ.) ή μη αντιπροσωπευτικής χρονικής περιόδου (π.χ. Σάββατο, Κυριακή, αργίες κ.λπ.).

Προκειμένου να ληφθεί όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική εικόνα του υπό αξιολόγηση θορύβου από τις συγκοινωνιακές υποδομές πρέπει να ελέγχεται τυχόν επιρροή της μέτρησης από άλλες πηγές όπως π.χ. του θορύβου βάθους (background noise) της περιοχής. Εφόσον η διαφορά μεταξύ μετρούμενης στάθμης συγκοινωνιακού θορύβου και θορύβου βάθους της περιοχής είναι μεγαλύτερη των 10 dB(A) δεν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος.

Πρόγραμμα παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου από τη λειτουργία συγκοινωνιακών έργων: Για την μακροχρόνια περιβαλλοντική παρακολούθηση της διακύμανσης των δεικτών των σχετικών άρθρων της παρούσας κοινής υπουργικής απόφασης στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας των συγκοινωνιακών έργων θα πρέπει να προβλέπεται η εκπόνηση και εφαρμογή από τον κύριο του Έργου «Ειδικής Μελέτης Προγράμματος Παρακολούθησης Περιβαλλοντικού Θορύβου Συγκοινωνιακών Έργων» η οποία θα καθορίζει:

- α) **την χωροθέτηση και τις κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές μόνιμου (ή μόνιμων) σταθμού (ή σταθμών) παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου** εφόσον απαιτείται από τους περιβαλλοντικούς όρους.
- β) **το αναλυτικό πρόγραμμα 24ωρων ακουστικών καταγραφών ωριαίας ανάλυσης** σε ετήσια βάση που τυχόν θα προταθεί, και θα καλύπτει την καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου, σε ύψος $4,0 \pm 0,2$ m (3,8 – 4,2 m) πάνω από το έδαφος και σε απόσταση 2μ από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη του υπό προστασία δέκτη. Οι τεχνικές προδιαγραφές του προγράμματος παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου από την λειτουργία συγκοινωνιακών έργων παρουσιάζεται ανωτέρω.

Με την υλοποίηση των προβλεπόμενων αντιθορυβικών έργων και την έναρξη λειτουργίας του έργου θα εκπονείται και στη συνέχεια θα υποβάλλεται για έγκριση

στην αρμόδια υπηρεσία, το αργότερο μέχρι την 31η Ιανουαρίου του επομένου έτους, τα αποτελέσματα «Ετήσιου Προγράμματος Παρακολούθησης Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου». Το ετήσιο αυτό πρόγραμμα θα εκτελείται, τόσο σε επίπεδο μόνιμου(ων) σταθμού(ών) όσο και των ανεξάρτητων ωριαίων καταγραφών 24ωρου σε διακριτές γεωγραφικές θέσεις όπως τυχόν αυτό θα έχει προταθεί και εγκριθεί στο πλαίσιο της ανωτέρω «Ειδικής Μελέτης Προγράμματος Παρακολούθησης Περιβαλλοντικού Θορύβου Συγκοινωνιακών Έργων» και θα περιλαμβάνει:

- α) αναλυτικές αξιολογήσεις της διακύμανσης των σχετικών δεικτών θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία του έργου, λαμβανομένου υπόψη του ακουστικού υποβάθρου της άμεσης περιοχής
- β) στην περίπτωση σιδηροδρομικών έργων σταθερής τροχιάς – και εφόσον αυτό κρίνεται αναγκαίο από την αξιολόγηση της σχετικής ΜΠΕ – θα προτείνεται πέραν των ανωτέρω και ειδικό πρόγραμμα παρακολούθησης δονήσεων (ταχύτητα ή επιτάχυνση δόνησης στο φάσμα 10 – 100Hz) και εδαφομεταφερόμενου θορύβου [σε dB(A) στο φάσμα 10–200Hz], στο εσωτερικό των πλησιέστερων προς το έργο – δεκτών όπως αυτοί καθορίζονται στο άρθρο 2 της παρούσας κοινής υπουργικής απόφασης.

Σε περίπτωση καταγραφής συστηματικών υπερβάσεων των ορίων θορύβου, ο κύριος του Έργου και ο φορέας λειτουργίας του Έργου οφείλει να προβεί άμεσα σε μελέτη αντιμετώπισης θορύβου και να υποβάλει προτάσεις με τα κατάλληλα μέτρα άρσης των υπερβάσεων (η διαδικασία αυτή δεν αποτελεί μέρος του προγράμματος παρακολούθησης). Σε περίπτωση υιοθέτησης μέτρων αντιθορυβικών πετασμάτων θα εφαρμόζονται τα αναφερόμενα στο άρθρο 7 της παρούσας κοινής υπουργικής απόφασης.

2.2. Εγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Όροι (ΚΥΑ 143033/03.08.2009, που τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ Α.Π. οικ. 203707/23.09.2011)

Σύμφωνα με την ανωτέρω ΚΥΑ που αφορά στην Έγκριση περιβαλλοντικών όρων του έργου: Δυτική Επέκταση Γραμμής 3 του Μετρό «Χαϊδάρι – Πειραιάς – Δημοτικό Θέατρο» αλλά και τη σχετική τροποποίηση της προβλέπονται τα παρακάτω εδάφια:

21. Σχετικά με το θόρυβο ο Ανάδοχος κατασκευής του έργου θα πρέπει να συμμορφωθεί προς όλες τις κείμενες διατάξεις της Κοινοτικής Νομοθεσίας, θα πρέπει να ληφθούν όλα τα κατάλληλα μέτρα για την μείωση στο ελάχιστο των μεγάλων ηχητικών εκπομπών και να εξασφαλισθεί ότι ο θόρυβος και οι δονήσεις θα βρίσκονται εντός των αποδεκτών ορίων κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου.

21.1 Τα εργοτάξια πρέπει να περιβάλλονται με καλαίσθητα περιφράγματα - ηχοπετάσματα τόσο για τη μείωση του θορύβου όσο και για την ασφάλεια των πεζών και αυτοκινήτων. Θα πρέπει η εκτέλεση θορυβωδών εργασιών

(εκτέλεση χωματουργικών εργασιών και χρήση κομπρεσέρ) να αποφεύγεται τις ώρες κοινής ησυχίας.

21.2 Απαγορεύεται η παραμονή στο χώρο του έργου και η χρησιμοποίηση μηχανημάτων χωρίς το πιστοποιητικό έγκρισης τύπου ΕΟΚ περί θορύβου, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παρ. γ της παρούσης. Η επιβλέπουσα Υπηρεσία υποχρεούται για τον έλεγχο της τήρησης των παραπάνω.

21.3 Για την αντιμετώπιση του θορύβου κατά τη φάση της κατασκευής:

- ✓ Πριν την χρήση ιδιαίτερα θορυβωδών μηχανημάτων να γίνεται ενημέρωση των γειτόνων για την πιθανή όχληση.
- ✓ **Να γίνει χρήση ηχοπετασμάτων ύψους 2 - 3 m στην περίμετρο των εργοταξίων για την αποφυγή υποβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος,**
- ✓ **Εναλλακτικά στις περιπτώσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν κινητά ηχομονωτικά περιφράγματα μηχανημάτων.**
- ✓ Να γίνει εφαρμογή του Π.Δ. 1180/81 και πιο συγκεκριμένα το όριο των 50 dB(A), σε περίπτωση επικράτησης κατοικίας και σε περίπτωση επικράτησης στοιχείου βιοτεχνίας-βιομηχανίας ή/και υπηρεσιών τα 65 dB(A), **Ειδικά όμως σε περιπτώσεις υψηλού θορύβου περιβάλλοντος (π.χ. από οδική κυκλοφορία), ως ανώτερο όριο θορύβου θα γίνεται δεκτή η παραδοχή της μη υπέρβασης στάθμης θορύβου ίσης με τον θόρυβο βάθους ελαττωμένου κατά 10 dB(A).**

Σημ. : Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την σχετική ΜΠΕ, το όριο αυτό πρέπει να ελέγχεται επί του φυσικού ορίου του ακινήτου (εργοταξίου ή γραμμής) επί του οποίου ευρίσκονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις και **προτείνεται για την περίπτωση του μετρώ να οριοθετηθεί στα 65 dB(A).**

21.4 Κατά τη λειτουργία θα γίνει:

- ✓ Εφαρμογή του Π.Δ. 1180/81 και πιο συγκεκριμένα του ορίου των 50 dB(A), σε περίπτωση επικράτησης κατοικίας και σε περίπτωση ίσης επικράτησης στοιχείου βιοτεχνίας-βιομηχανίας ή/και υπηρεσιών και κατοικίας, των 55 dB(A) για την λειτουργία των συστημάτων εξαερισμού (στομιών, αεραγωγών κλπ) υποσταθμών και λοιπών βοηθητικών εγκαταστάσεων).
- ✓ Οι ανώτερες επιτρεπόμενες στάθμες εδαφομεταφερόμενου θορύβου κατά την λειτουργία δεν θα υπερβαίνουν αυτές του κατωτέρω πίνακα,

Πίνακας 2.2

Κατοικίες	40 dB(A)
Ευαίσθητα κτίρια (εκπαίδευση, Νοσοκομεία, εκκλησίες, θέατρα, Αρχαιολογικοί χώροι κλπ)	35 dB(A)
Αίθουσες συναυλιών, TV & Radio Studios	25 dB(A)

21.5 Ως ανώτατα όρια ταχύτητας δόνησης κατά την κατασκευή, καθορίζονται βάσει των προτάσεων της ΜΠΕ σε συνάρτηση με τη συχνότητα, ως

ακολουθώς:

- Για τη θεμελίωση: $f \leq 50 \text{ Hz}$ στα 3 mm/sec
 $50 < f \leq 100 \text{ Hz}$ στα 8 mm/sec
- Για τους υπερκείμενους ορόφους: για όλες τις συχνότητες 8 mm/sec

21.6 Ως όρια μέγιστης ταχύτητας δόνησης (ppv σε mm/sec) κατά την λειτουργία, ορίζονται τα παρακάτω:

Πίνακας 2.3

Χρήσεις - Δέκτες	Ισοδύναμη Ταχύτητα
Κατοικίες κλπ ευαίσθητα κτίρια	$0,5 \text{ mm/sec}$
Αρχαιολογικοί χώροι	$0,2 \text{ mm/sec}$
Εφαρμογή πλωτής πλάκας μετρούμενο στο εσωτερικό της πλησιέστερης προς την τροχιά υπό προστασίας χρήσης	$25 \mu\text{m/sec}$

2.3. Ισχύουσες Προδιαγραφές

2.3.1. Πρόγραμμα Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων (Θ & Δ) κατά την κατασκευή

Το Πρόγραμμα ελέγχου θορύβου και δονήσεων (Θ&Δ) θα παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες και τα μέτρα που θα λάβει ο Ανάδοχος συγκεντρωτικά (για καθένα από τα εργοτάξια που αναλύονται στη συνέχεια) για να ελαχιστοποιηθεί η όχληση και οι πιθανές ζημιές που μπορεί να προκληθούν από τις εργασίες κατά την εκτέλεση των έργων.

Κατ' αρχήν σε ότι αφορά το Πρόγραμμα Κάλυψης Περιβαλλοντικών Όρων και Ετήσιες Αναθεωρήσεις προβλέπονται τα παρακάτω:

- Ο Ανάδοχος εντός (50) ημερολογιακών ημερών από την υπογραφή της Σύμβασης θα υποβάλλει προς έγκριση στην ΑΜ Έκθεση στην οποία θα παρουσιάζεται αναλυτικά το **Πρόγραμμα Κάλυψης των Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων (ΠΚΠΑ)** που αφορά στην περιγραφή του συνόλου των απαιτούμενων μέτρων και διαδικασιών, που θα εφαρμοστούν κατά την κατασκευή του Έργου, ώστε να διασφαλιστεί η εφαρμογή των περιβαλλοντικών απαιτήσεων, όπως αυτές περιγράφονται στο παρόν τεύχος και προβλέπονται στην Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία και στην Απόφαση Έγκρισης των Περιβαλλοντικών Όρων του Έργου (ΚΥΑ 143033/03.08.2009, που

τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ Α.Π. οικ 203707/23.09.2011). Το ΠΚΠΑ θα συναρτάται άμεσα από τον χρονικό προγραμματισμό των κατασκευαστικών εργασιών και θα αναθεωρείται ετησίως, οπότε και θα υποβάλλεται από τον Ανάδοχο στην ΑΜ Αναθεωρητική Έκθεση όπου θα αναφέρονται οι αποκλίσεις από το Εγκεκριμένο ΠΚΠΑ.

- ➔ Το ΠΚΠΑ θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένο στις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή του έργου καθώς και στο είδος και την οργάνωση των κατασκευαστικών εργασιών. Συγκεκριμένα θα πρέπει να περιλαμβάνει :

α) αναλυτική παρουσίαση των εργοταξιακών χώρων: Ανά εργοταξιακό χώρο θα παρουσιάζονται οι γειτνιάζουσες χρήσεις με φωτογραφική απεικόνιση και αναφορά στην απόσταση από αυτές, οι αναμενόμενες οχλήσεις και τα κατάλληλα μέτρα προστασίας.

β) συνοπτική παρουσίαση της οργάνωσης και χρονικού προγραμματισμού των κατασκευαστικών εργασιών (πχ διάρκεια εκσκαφών, πασσαλο-εμπήξεων, λειτουργία συγκεκριμένων μηχανημάτων όπως κομπρεσέρ κτλ) και των απαιτούμενων ανά περίπτωση δράσεων (πχ παρακολούθηση θορύβου, αιωρούμενων σωματιδίων) και των κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης, ανάλογα με τη φύση του περιβαλλοντικού προβλήματος και τις δυνατότητες κατάλληλου χρονικού προγραμματισμού των εργασιών ώστε να μην πραγματοποιούνται παράλληλα εργασίες υψηλής όχλησης.

Συγκεκριμένα το ΠΚΠΑ θα πρέπει μεταξύ άλλων να περιέχει λεπτομερή ανάλυση των κάτωθι περιβαλλοντικών παραμέτρων:

α) **Αέριοι Ρύποι και Αιωρούμενα Σωματίδια:** Περιγραφή των προληπτικών μέτρων που θα ληφθούν καθώς και των εξοπλισμών και εγκαταστάσεων προκειμένου να αποτραπεί η διαφυγή ρυπαντών στην ατμόσφαιρα. Τρόπους ελέγχου των αιωρούμενων σωματιδίων που παράγονται σε όλες τις περιοχές που αναπτύσσονται κατασκευαστικές κλπ δραστηριότητες. Όλα τα προτεινόμενα μέτρα θα οριστικοποιηθούν στο πλαίσιο της Ειδικής Μελέτης και των Μηνιαίων Εκθέσεων Αποτελεσμάτων Προγράμματος Παρακολούθησης Αέριων Ρύπων και Αιωρούμενων Σωματιδίων.

β) **Μέτρα και διατάξεις ελέγχου θορύβου και δονήσεων** που δημιουργούνται κατά τη λειτουργία των πάσης φύσεως κινητών και σταθερών μηχανημάτων με ιδιαίτερη έμφαση σε κατασκευαστικές διαδικασίες που περιλαμβάνουν υπαίθριες μηχανολογικές εγκαταστάσεις, πασσαλοεμπήξεις, υδραυλικές σφύρες κλπ. Οι προτάσεις αυτές θα οριστικοποιηθούν στο πλαίσιο της Ειδικής Μελέτης Ελέγχου Θορύβου και Δονήσεων κατά την Κατασκευή, όπως ορίζεται στις σχετικές προδιαγραφές.

γ) Περιγραφή των προληπτικών μέτρων που θα ληφθούν καθώς και των εξοπλισμών και εγκαταστάσεων, προκειμένου να αποτραπεί η διαφυγή ρυπαντών σε επιφανειακά και υπόγεια νερά στο έδαφος.

δ) Περιγραφή μεθόδων διαχείρισης των πάσης φύσεως στερεών και υγρών αποβλήτων, με έμφαση σε τυχόν τοξικά ή υψηλής ρύπανσης απόβλητα.

ε) Προτάσεις ολοκληρωμένης διαχείρισης των εκσκαπτόμενων υλικών με έμφαση στα μέτρα που θα ληφθούν κατά την μεταφορά τους, καθώς και στην επιλογή των χώρων απόθεσης αυτών. Οι προτάσεις αυτές θα οριστικοποιηθούν στην Ειδική Μελέτη Διαχείρισης Προϊόντων Εκσκαφής & Υλικών Κατασκευής που θα εκπονήσει ο Ανάδοχος, όπως ορίζεται στην παράγραφο 6 της παρούσας Προδιαγραφής.

ζ) Για κάθε επί μέρους εργοταξιακό χώρο ο Ανάδοχος θα υποβάλλει στην ΑΜ «Ειδική Μελέτη Προστασίας Αστικού Πρασίνου και Χλωρίδας», που θα περιλαμβάνει τοπογραφικό διάγραμμα του εργοταξιακού χώρου με σημειωμένα τα υφιστάμενα δένδρα – θάμνους – πράσινο, αναλυτική περιγραφή του κάθε υφιστάμενου δέντρου (είδος, περίμετρος, ύψος, ηλικία) και φωτογραφική κάλυψη, εντοπισμό των δένδρων που θα πρέπει να κοπούν, μεταφερθούν ή/και αποκατασταθούν. Η Μελέτη αυτή θα ενσωματωθεί στην Έκθεση του Προγράμματος Κάλυψης Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων.

η) Αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων που αφορούν σε περιβαλλοντική υποβάθμιση και μείωση της ασφάλειας και υγείας εργαζομένων και περιοίκων. Πρόκειται για αντιμετώπιση περιβαλλοντικών θεμάτων που προϋπάρχουν και που εκτιμάται ότι μπορεί να εντοπιστούν στην άμεση περιοχή του έργου (π.χ. ρύπανση εδαφών σε εργοταξιακό χώρο, όπου παλαιότερα λειτουργούσε μία βιομηχανική μονάδα υψηλής όχλησης, πρατήριο βενζίνης κτλ) καθώς και περιβαλλοντικών ατυχημάτων κατά την κατασκευή του έργου. Σε κάθε τέτοια περίπτωση ο Ανάδοχος είναι υπεύθυνος για την διεξοδική διερεύνηση του προβλήματος και την πρόταση ειδικών μέτρων αντιμετώπισης στην ΑΜ. Σε κάθε περίπτωση ο Ανάδοχος είναι υπεύθυνος για την απόδοση των χώρων στην ίδια κατάσταση που τους παρέλαβε ή στην κατάσταση που προσδιορίζεται από τα Συμβατικά Τεύχη.

Προβλέπονται "ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ & ΠΡΟΟΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ" οι οποίες θα υποβάλλονται προς έγκριση στην ΑΜ κατά το διάστημα που μεσολαβεί από την υπογραφή της Σύμβασης και μέχρι την παραλαβή του Έργου όπου θα περιγράφονται τα ακόλουθα :

- Η πρόοδος των εργασιών κατά το τελευταίο εξάμηνο, με αναλυτικά στοιχεία για κάθε εργοτάξιο
- Οι επιπτώσεις από την κατασκευή του Έργου, με έμφαση στο περιβάλλον γύρω από την περιοχή των εργοταξίων. Θα εξετάζονται οι επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, (αέρας, νερά, έδαφος, χλωρίδα), στο δομημένο περιβάλλον (κτίρια, οδικό δίκτυο, δίκτυα υποδομών κτλ εντός ή σε γειτνίαση με τους εργοταξιακούς χώρους και σε μικρή απόσταση γύρω από την περιοχή όδευσης της σήραγγας) και στην ποιότητα ζωής των κατοίκων (πχ θόρυβος, προσβασιμότητα σε περιοχές, ιδιοκτησίες, μαγαζιά κτλ).

- Ποσοτικοποιημένα και επεξεργασμένα στοιχεία από την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως μετρήσεις θορύβου, δονήσεων, αιωρούμενων σωματιδίων, ποσότητας και χημικής σύστασης όλων των υγρών αποβλήτων – συμπεριλαμβανομένων των νερών απορροής και των νερών από δεξαμενές καθίζησης – και αναφορά στον τρόπο και «χώρο» ή δίκτυο διάθεσης ή παροχέτευσής τους, ποσότητες προϊόντων εκσκαφής και χώροι στους οποίους διατέθηκαν, ποσότητες και είδος στερεών αποβλήτων και πληροφορίες για το χώρο διάθεσής τους.

- Επίσης, θα αναφέρονται τα προβλήματα, έκτακτα περιστατικά ή και διαμαρτυρίες που προέκυψαν εντός του τελευταίου εξαμήνου, καθώς και οι τρόποι που αυτά αντιμετωπίστηκαν ή πρόκειται να αντιμετωπιστούν. Τέλος, θα παραθέτονται προτάσεις για την περαιτέρω μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Ιδιαίτερα σε ότι αφορά το **Πρόγραμμα Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων** θα ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- Όλες οι δραστηριότητες και εργασίες του Αναδόχου θα είναι σύμφωνες με τις ισχύουσες διατάξεις της Ελληνικής Νομοθεσίας που σχετίζονται με τον περιορισμό Θ & Δ (παράγραφος 2 της παρούσας Προδιαγραφής).

- Εάν κατά την διάρκεια των εργασιών και κατά την φάση της κατασκευής υπάρξει οποιαδήποτε αλλαγή στην Ελληνική Νομοθεσία, όσον αφορά τα όρια περιορισμού του Θ&Δ ο Ανάδοχος θα πρέπει να λάβει όλες τις απαραίτητες ενέργειες/μέτρα με σκοπό να συμμορφώνεται με αυτά.

- Ο Ανάδοχος θα πρέπει επιπλέον να συμμορφώνεται με τα όρια που τίθενται στις Αποφάσεις Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων των Έργων και στις αντίστοιχες εγκεκριμένες Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, όπου ορίζεται ότι κατά τη λειτουργία του εργοταξίου η μέγιστη συνολική ενεργειακή στάθμη δε θα πρέπει να υπερβαίνει στην περίμετρο του εργοταξιακού χώρου τα 50 dB(A). Ειδικά όμως σε περιπτώσεις αποδεδειγμένου υψηλού θορύβου περιβάλλοντος (πχ από οδική κυκλοφορία) με μετρήσεις που θα έχουν πραγματοποιηθεί προ της έναρξης της κατασκευής, ως ανώτατο όριο θορύβου ίσης με τον θόρυβο βάθους ελαττωμένου κατά 10 dB(A). Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την σχετική ΜΠΕ, το όριο αυτό πρέπει να ελέγχεται επί του φυσικού ορίου του ακινήτου (εργοταξίου ή γραμμής) επί του οποίου ευρίσκονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις και **προτείνεται για την περίπτωση του μετρό να οριοθετηθεί στα 65 dB(A).**

- Προβλέπεται όπως ο Ανάδοχος θα πρέπει επιπλέον να συμμορφώνεται με τα Βρετανικά Πρότυπα "BS5228 Μέρος 4" στον καθορισμό της σχετικής μεθοδολογίας για την πρόβλεψη του επιπέδου Θ&Δ κατά την διάρκεια της κατασκευής καθώς και των ισχυόντων δεικτών και ορίων. Το Βρετανικό Πρότυπο «BS 6472» θα εφαρμόζεται στον καθορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής δόσης δόνησης (vdn), η οποία αφορά την όχληση στον άνθρωπο λόγω των δραστηριοτήτων κατασκευής. Τα Βρετανικά Πρότυπα BS 7385 θα πρέπει να εφαρμόζονται στον καθορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου επιπέδου δόνησης για

την προστασία των κτιρίων από δομικές ζημιές εξ' αιτίας των δονήσεων. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι σύμφωνα με την ανάλυση ανωτέρω η θεώρηση η οποία πλέον απαιτείται σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες επικαιροποιήσεις στην Ελληνική Νομοθεσία η ανάλυση θα πρέπει να βασισθεί στα προβλεπόμενα της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ για την χρήση των προτύπων ISO 9613-2: «Acoustics — Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation». Στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές, η μέθοδος αυτή αναφέρεται ως «μέθοδος ISO 9613».

- Όπου εφαρμόζονται περισσότερα από ένα όρια Θ&Δ, ο Ανάδοχος θα υιοθετεί τα πλέον αυστηρά όρια προς συμμόρφωση και εφαρμογή.

Στα πλαίσια ενός αναλυτικού **Προγράμματος Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων** θα εξασφαλισθεί:

- ο εντοπισμός όλων των χώρων και κτιρίων ειδικών απαιτήσεων (αρχαιολογικοί χώροι, μουσεία, νοσοκομεία, θέατρα, σχολεία, βιβλιοθήκες, αίθουσες συναυλιών, αίθουσες ακροατηρίου, ειδικά ερευνητικά εργαστήρια, κτλ) και καθορισμό με βάση τα ισχύοντα διεθνή πρότυπα των ανώτατων επιτρεπόμενων ορίων θορύβου και δονήσεων που απαιτούνται για την ομαλή λειτουργία των εν λόγω χρήσεων γης.
- η εκτίμηση της απόκρισης/συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών στην διάδοση των δονήσεων. Ο Ανάδοχος βασιζόμενος σε υπάρχοντα γεωλογικά στοιχεία θα αξιολογήσει την απόκριση/συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών όσον αφορά την μετάδοση δονήσεων που προέρχονται από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες (π.χ. κατασκευή πασσάλων). Η εκτίμηση θα συμπεριλαμβάνει τον καθορισμό όλων των κτιρίων/κατασκευών/θέσεων που ευρίσκονται μέσα στην ζώνη επιρροής του Έργου που επηρεάζονται από τις δονήσεις που προκαλούνται κατά την διάρκεια της κατασκευής.
- ο καθορισμός των θέσεων ή/και περιοχών παρακολούθησης θορύβου και δονήσεων. Οι θέσεις αυτές θα προκύψουν εκτός των άλλων μετά και από σύνθεση των στοιχείων που θα προκύψουν από τα (α) και (β).
- ο αναλυτικός χρονικός προγραμματισμός διεξαγωγής μετρήσεων θορύβου και δονήσεων, πάντα σε σχέση και με το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των κατασκευαστικών εργασιών.
- το πρόγραμμα μετρήσεων θα περιλαμβάνει την προβλεπόμενη διάταξη των οργάνων μέτρησης, τις προς παρακολούθηση παραμέτρους, καθώς και παρουσίαση της μεθοδολογίας ανάλυσης, επεξεργασίας και επικοινωνήσεως των αποτελεσμάτων στην ΑΜ.
- τα διορθωτικά μέτρα που θα πρέπει να λαμβάνονται για την αποφυγή ή και αντιμετώπιση υπερβάσεων των επιτρεπόμενων ορίων θορύβου και δονήσεων.

Επισημαίνεται ότι, στην περίπτωση που από τα αποτελέσματα του προγράμματος παρακολούθησης δονήσεων προκύψει η απαίτηση να ληφθούν ενεργά μέτρα

μείωσης δονήσεων από τον Ανάδοχο, τα υλικά/ εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν και ο τρόπος εργασίας/μεθοδολογία, θα πρέπει να περιγραφεί λεπτομερώς και να υποβληθεί από τον Ανάδοχο για έγκριση από την ΑΜ πριν από την τοποθέτηση και λειτουργία οποιουδήποτε μηχανήματος/ εργαλείου/ εγκατάστασης. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση που από τα αποτελέσματα του προγράμματος παρακολούθησης θορύβου & δονήσεων προκύψει η απαίτηση να διακοπεί η λειτουργία μηχανημάτων / εργαλείων/ εγκαταστάσεων, ο Ανάδοχος θα προτείνει στην ΑΜ προς έγκριση εναλλακτική μέθοδο κατασκευής συνοδευόμενη με επαρκή στοιχεία που να δικαιολογούν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, στην τήρηση των ορίων Θ&Δ.

Τέλος, σε όλες τις περιπτώσεις που υπάρχουν ειδικές χρήσεις πχ ειδικά ερευνητικά εργαστήρια, αίθουσες συναυλιών, κτλ που έχουν ειδικές απαιτήσεις σε χαμηλά επίπεδα δονήσεων (πέραν των ορίων που παρατίθενται στην παράγραφο 15.9 της παρούσας), ο Ανάδοχος θα είναι υπεύθυνος να προτείνει και να υλοποιήσει λύσεις προκειμένου τόσο κατά την κατασκευή, όσο και κατά τη λειτουργία του έργου να τηρούνται τα εξειδικευμένα όρια που έχουν καθορισθεί διεθνώς για την κάθε χρήση.

Ειδική πρόνοια θα λάβει ο Ανάδοχος, στο πλαίσιο του εν λόγω Προγράμματος, για τον έλεγχο θορύβου και δονήσεων στο κτίριο του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού με σύστημα συνεχούς παρακολούθησης και ειδικά μέτρα περιορισμού δονήσεων και θορύβου κατά την κατασκευή.

Το παρόν πρόγραμμα ελέγχου θορύβου και δονήσεων υποβάλλεται στην ΑΜ για έγκριση πριν από την εγκατάσταση και την λειτουργία εξοπλισμού/ μηχανημάτων/ εργαλείων σε οποιοδήποτε από τα Εργοτάξια. Ο Ανάδοχος θα τοποθετήσει, θα λειτουργεί και θα συντηρεί, όσο χρόνο χρειάζεται, ένα σύστημα παρακολούθησης με το οποίο θα μετρά, θα καταγράφει και θα παρακολουθεί το μέγεθος των δονήσεων που προκαλούνται από οποιαδήποτε κατασκευαστική δραστηριότητα που προκαλεί δονήσεις (πχ από την λειτουργία σκαπτικών μηχανημάτων, μηχανημάτων πασσαλο-εμπήξεων ή μηχανημάτων οδοστρωσίας) .

Με το εν λόγω σύστημα θα παρακολουθούνται θέσεις ή/ και περιοχές του έργου όπου αναμένονται υπερβάσεις των ορίων δονήσεων ή που υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις για χαμηλότερα επιτρεπόμενα όρια δονήσεων. Συγκεκριμένα, ο Ανάδοχος θα παρακολουθεί και θα καταγράφει το μέγεθος των δονήσεων που προκαλούνται από οποιαδήποτε κατασκευαστική δραστηριότητα σε θέσεις ή και περιοχές όπου εντοπίζεται γεωλογικός σχηματισμός με χαμηλή εξασθένηση δονήσεων (ή ακόμη και ενίσχυση) σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εκτίμησης της απόκρισης / συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών στην διάδοση των δονήσεων. Ομοίως, ο Ανάδοχος θα παρακολουθεί και θα καταγράφει το μέγεθος των δονήσεων που προκαλούνται από οποιαδήποτε κατασκευαστική δραστηριότητα σε κτίρια ειδικού ενδιαφέροντος. Κτήρια, κατασκευές και χώροι που είναι ευαίσθητοι σε δονήσεις, όπως νοσοκομεία, μουσεία, μνημεία, σχολεία, ειδικά

ερευνητικά κέντρα και εργαστήρια, αρχαία, αρχαιολογικές περιοχές κλπ, αν υπάρχουν και ευρίσκονται στην ζώνη επιρροής του Έργου, θα περιληφθούν στο πρόγραμμα παρακολούθησης δονήσεων.

Η εγκατάσταση (υλικό και λογισμικό) του συστήματος παρακολούθησης και η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί κατά την διάρκεια παρακολούθησης των δονήσεων στα πλαίσια του συστήματος συνεχούς παρακολούθησης που θα εγκαταστήσει, θα λειτουργεί και θα συντηρεί ο Ανάδοχος, για τον έλεγχο θορύβου και δονήσεων στο κτίριο του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού, και αναλύεται στην συνέχεια θα εγκριθεί από την ΑΜ στα πλαίσια της παρούσας υποβολής από την ΑΜ. Η έγκριση της ΑΜ θα πρέπει να ληφθεί πριν από την εγκατάσταση του συστήματος και αρκετά πριν από την έναρξη των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων που προκαλούν δονήσεις.

Κατά την κατασκευή της σήραγγας, ο Ανάδοχος θα διενεργήσει μετρήσεις διάδοσης της δόνησης με χρήση του «muck train» ως πηγής θορύβου στις θέσεις που αναφέρονται στις παραγράφους 1.3.3 και 1.3.4 των Προδιαγραφών Μελετών και Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής, προκειμένου να ελεγχθεί η εφαρμογή των ορίων θορύβου και δονήσεων. Τέλος, μετά το πέρας των εργασιών και τη λειτουργία των συρμών, ο Ανάδοχος **θα πρέπει να διενεργήσει μετρήσεις στις θέσεις των πλωτών πλακών για επαλήθευση τήρησης των ορίων σύμφωνα με τους περιορισμούς θορύβου και δονήσεων και σε άλλες 10 θέσεις της επέκτασης** που θα επιλεγούν από την ΑΜ, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις Προδιαγραφές Μελετών και Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής. Η οργάνωση και η μεθοδολογία τέτοιων μετρήσεων επαλήθευσης υπόκεινται σε έγκριση από την Υπηρεσία. Όπως αναλύθηκε ανωτέρω ο Ανάδοχος θα υποβάλλει στην ΑΜ Μηνιαίες Εκθέσεις Παρακολούθησης Θορύβου και Δονήσεων που θα περιλαμβάνουν τα πιο σημαντικά στοιχεία που καταγράφηκαν, τονίζοντας συμβάντα, αν υπήρξαν, ειδικού ενδιαφέροντος (π.χ. καταγραφή υψηλών τιμών δονήσεων, που πλησίασαν όρια συναγερμού). Η Έκθεση Παρακολούθησης Θορύβου και Δονήσεων θα συμπεριλαμβάνει τη μέθοδο κατασκευής που χρησιμοποιήθηκε και τα μέτρα/ενέργειες που ελήφθησαν για την μείωση των δονήσεων. Όλες οι Εκθέσεις Παρακολούθησης Θορύβου και Δονήσεων πρέπει να είναι σύμφωνες με τις ισχύουσες διατάξεις.

Σε ότι αφορά τα **Γενικά μέτρα περιορισμού θορύβου & δονήσεων** προβλέπονται:

- Πλέον των συγκεκριμένων περιορισμών στα επίπεδα θορύβου που προδιαγράφονται ανωτέρω, τα πιο κάτω αναφερόμενα μέτρα περιορισμού θορύβου θα πρέπει να εφαρμόζονται ώστε να μειώνονται όσο το δυνατόν περισσότερο τα επίπεδα του αερομεταφερόμενου θορύβου, σε όλες τις περιοχές έξω από το Εργοτάξιο:
- Όλες οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται από τον Ανάδοχο στο Εργοτάξιο θα έχουν αποτελεσματική απόσβεση θορύβου, με την βοήθεια

κατάλληλων σιγαστήρων, σιλανσιέ, ηχητικές επενδύσεις, ασπίδες, ηχομονώσεις ή θωρακίσεις.

- Η εγκατάσταση και ο εξοπλισμός θα διατηρείται σε καλή κατάσταση για να ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές θορύβου.

- Η εγκατάσταση και ο εξοπλισμός θα τοποθετείται όσο μακρύτερα είναι λειτουργικά εφικτό από γειτονικά κτίρια που κατοικούνται.

- **Να αποφεύγεται η λειτουργία θορυβωδών μηχανημάτων (π.χ. αεροσυμπιεστές, διατρητικά, σφύρες, μηχανήματα πασσαλώσεων) τις ώρες κοινής ησυχίας σύμφωνα με την ΥΑ 1023/2/37/96, ΦΕΚ 15/Β/12.1.96.**

- Πριν από τη λειτουργία οποιουδήποτε θορυβώδους μηχανήματος, ο Ανάδοχος θα πρέπει να γνωστοποιεί στους κατοίκους της περιοχής κάθε εργοταξίου το ωράριο λειτουργίας του μηχανήματος και την πιθανή ενόχληση.

- Ασπίδες, μη διαπερατοί φράχτες ή άλλου είδους αντιθορυβικά πετάσματα επαρκούς ύψους και πυκνότητας μάζας (θα μελετηθούν στο πλαίσιο του της Ειδικής Μελέτης Θορύβου & Δονήσεων) θα ανεγερθούν στην περίμετρο κάθε Εργοταξίου ώστε να μειώνεται, σε αποδεκτά όρια, η μεταφορά του θορύβου έξω από το Εργοτάξιο.

- Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ηχομονωτικά πετάσματα μηχανημάτων γύρω από σημειακές πηγές θορύβου (μηχανήματα ή άλλες δραστηριότητες).

- Εισαγωγές αέρα και εξατμίσεις με σιγαστήρες θα χρησιμοποιούνται στα μηχανήματα εσωτερικής καύσεως και στους αεροσυμπιεστές. Η φόρτωση, η εκφόρτωση και οι κινήσεις των φορτηγών θα γίνεται έτσι ώστε ο θόρυβος να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερος.

- Μηχανήματα και οχήματα εργοταξίου τα οποία μεταφέρουν χώμα, σκυρόδεμα και άλλα υλικά θα χρησιμοποιούν διαδρομές οι οποίες θα δημιουργούν την ελάχιστη δυνατή ενόχληση στους κατοίκους της περιοχής του κάθε Εργοταξίου.

- **Να αποφεύγεται η παράλληλη λειτουργία των μηχανημάτων που προκαλούν υψηλά επίπεδα δονήσεων (π.χ. αεροσυμπιεστές, μηχανήματα πασσαλώσεων, δονητικοί οδοστρωτήρες κ.τ.λ.) και η λειτουργία οποιουδήποτε τέτοιου μηχανήματος κατά την διάρκεια των ωρών κοινής ησυχίας, σύμφωνα με την ΥΑ 1023/2/37/96 ΦΕΚ 15/Β/12.1.96.**

2.3.2. Ειδική Μελέτη Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων κατά την Κατασκευή

Ο Ανάδοχος πριν την εγκατάσταση και λειτουργία οποιασδήποτε εγκατάστασης/εξοπλισμού/εργαλείου, θα εκπονήσει και θα υποβάλλει για έγκριση στην ΑΜ «Ειδική Μελέτη Ελέγχου Θορύβου & Δονήσεων κατά την Κατασκευή» που θα περιλαμβάνει αναλυτικό Σχέδιο και Πρόγραμμα Εφαρμογής προτεινόμενων μέσων/μεθόδων για παρακολούθηση και μέτρα ελέγχου του θορύβου και δονήσεων κατά την διάρκεια των εργασιών. Η ανωτέρω Μελέτη, θα συνταχθεί από εξειδικευμένο σύμβουλο του Αναδόχου και θα πρέπει να περιλαμβάνει:

α) Μετρήσεις των υπαρχόντων επιπέδων εδαφομεταφερόμενου και αερομεταφερόμενου θορύβου και δονήσεων του περιβάλλοντος χώρου με σκοπό να καθιερωθεί μία βάση για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξαιτίας των δραστηριοτήτων της κατασκευής.

β) Πρόβλεψη διακύμανσης της στάθμης Θ&Δ κατά την διάρκεια των κατασκευαστικών εργασιών με χρήση κατάλληλου λογισμικού προσομοίωσης αερόφερτου θορύβου σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό τεχνικό πλαίσιο. Η πρόβλεψη θα βασίζεται στις ανωτέρω αναφερόμενες μετρήσεις, τα υπάρχοντα γεωλογικά δεδομένα, τα στοιχεία του αστικού ιστού και τις πιθανές ευαίσθητες χρήσεις καθώς και στα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε εγκατάστασης/εξοπλισμού/εργαλείου το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

γ) Εκτίμηση των πιθανών ανεπιθύμητων επιπτώσεων σε ανθρώπους και κτήρια σε σχέση με τα όρια Θ&Δ που δίνονται στα εδάφια 15.8 & 15.9 της παρούσας.

δ) Πρόταση απαιτούμενης αντιθορυβικής προστασίας (διαστασιολόγηση) περιμετρικών ηχοπετασμάτων, μερική ακουστική κάλυψη («partial enclosures») μεμονωμένων μηχανημάτων εργοταξίου, κλπ), σύμφωνα με την οποία θα υλοποιηθούν τα απαραίτητα τεχνικά έργα αντιμετώπισης αερομεταφερόμενου θορύβου κατά την κατασκευή, πριν από την έναρξη των εργασιών.

Εφαρμόζεται το **Π.Δ. 1180/81** (ΦΕΚ 293/Α/6.10.81), όπου στο άρθρο 5 αναφέρονται τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου επισημαίνεται όμως σύμφωνα με την σχετική εγκεκριμένη ΜΠΕ, το όριο αυτό το οποίο πρέπει να ελέγχεται επί του φυσικού ορίου του ακινήτου (εργοταξίου, σταθμού ή φρεατίου) επί του οποίου ευρίσκονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις **προτείνεται για την περίπτωση του μετρώ να οριοθετηθεί στα 65 dB(A).**

Τα διορθωτικά μέτρα αντιμετώπισης των υπερβάσεων δονήσεων συνοψίζονται στη συνέχεια :

- Όπως θα προκύψει από το πρόγραμμα παρακολούθησης δονήσεων, οποτεδήποτε υπάρξει προσέγγιση ή υπέρβαση των ανώτατων επιτρεπόμενων τιμών δονήσεων κατά την διάρκεια της κατασκευής, ο Ανάδοχος θα ενεργοποιηθεί παθητικά ή/και ενεργητικά μέτρα για την μείωση των δονήσεων, σύμφωνα με τις οδηγίες της ΑΜ.

- Σαν παθητικά μέτρα ορίζονται τα μέτρα τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα την εκπομπή λιγότερης ενέργειας ανά μονάδα χρόνου, σε σχέση με την ενέργεια που εκπέμπεται συνήθως κατά την διάρκεια της κανονικής λειτουργίας ενός μηχανήματος/εργαλείου. Στα παθητικά μέτρα μπορεί να περιλαμβάνεται, και όχι μόνο, η μείωση του ρυθμού παραγωγής και απόδοσης των μηχανημάτων/εργαλείων που χρησιμοποιούνται :

α) μειώνοντας την ενέργεια πρόσκρουσης του μηχανήματος / εργαλείου, και/ή,

β) μειώνοντας τον αριθμό των προσκρούσεων ή τον αριθμό των στροφών ανά μονάδα χρόνου, όπως απαιτείται , σε μηχανήματα / εργαλεία.

- Ενεργητικά μέτρα θα λαμβάνονται σε προσωρινή βάση και θα πρέπει να αποβλέπουν στην προστασία των ευαίσθητων κτηρίων/ υαλοπινάκων/ κατασκευών/ χώρων ή/ και των δομοστατικών τους στοιχείων από δονήσεις. Τα υλικά και εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν, η έντεχνη εφαρμογή και μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στην χρήση ενεργητικών μέτρων θα γίνει με την έγκριση της ΑΜ, η οποία πρέπει να ληφθεί πριν από την υλοποίηση των μέτρων και πριν την τοποθέτηση και λειτουργία οποιουδήποτε μηχανήματος/εργαλείου. Ενεργητικά μέτρα μπορούν να περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε :

α) προσωρινή απομάκρυνση τυχόν ευαίσθητων εκθεμάτων/αρχαίων μνημείων, φυλάσσοντας τα σε ένα ασφαλή χώρο, καθ' υπόδειξη της ΑΜ, και επανατοποθέτηση στην αρχική τους θέση και /ή

β) τοποθέτηση αντισηρικτικών, υποστηρικτικών ή σταθεροποιητικών κατασκευών όπως ικριωμάτων, αγκυρίων, περιδесης και εγκιβωτισμού, όπως απαιτείται.

- Επί πλέον των ως άνω ενεργητικών και παθητικών μέτρων, εάν το επίπεδο δονήσεων κατά την διάρκεια της κατασκευής υπερβεί τις ανώτερες επιτρεπόμενες τιμές, που ισχύουν για τα χαρακτηριστικά και βαθμό ευαισθησίας του συγκεκριμένου κτιρίου/κατασκευής/χώρου, ο Ανάδοχος θα διακόψει την λειτουργία των μηχανημάτων/εργαλείων και θα προτείνει στην ΑΜ προς έγκριση μια εναλλακτική μέθοδο κατασκευής.

- Τα προαναφερθέντα ενεργητικά και παθητικά μέτρα θα θεωρηθούν από τον Ανάδοχο ως ενδεικτικά και όχι ως εξαντλητικά. Ο Ανάδοχος θα ερευνήσει, προτείνει και μετά από έγκριση της ΑΜ, θα υλοποιήσει όποια άλλα μέτρα απαιτούνται για την προστασία των κτηρίων/κατασκευών/χώρων από δονήσεις κατά την διάρκεια της κατασκευής.

2.3.3. Όρια εκπομπής θορύβου και δονήσεων

- ✓ Όλα τα μηχανήματα, εργαλεία και μέθοδοι κατασκευής που θα χρησιμοποιηθούν από τον Ανάδοχο κατά τη διάρκεια της κατασκευής θα είναι εντός των ορίων της εκπομπής θορύβου όπως προβλέπεται από την σχετική Ελληνική Νομοθεσία (ΚΥΑ 37393/ΦΕΚ/1418/Β/Οκτ 2003) και όπως απαιτείται από την εφαρμογή των Προτύπων.
- ✓ Σε ότι αφορά τα ανώτερα επιτρεπόμενα όρια αερομεταφερόμενου θορύβου ισχύει το Προεδρικό Διάταγμα 1180/81, που ορίζεται στους σχετικούς Κανονισμούς της παρούσης Προδιαγραφής. Πιο συγκεκριμένα το όριο θορύβου των 50 dB(A) θα ισχύει όπου επικρατεί η χρήση γης για κατοικία, ενώ όπου επικρατεί η χρήση γης βιομηχανικών ή/και εμπορικών δραστηριοτήτων το όριο θορύβου το οποίο θα ισχύει είναι τα 65 dB(A). Ειδικά όμως σε περιπτώσεις αποδεδειγμένου υψηλού θορύβου περιβάλλοντος (πχ από οδική κυκλοφορία) με μετρήσεις που θα έχουν πραγματοποιηθεί προ της έναρξης της κατασκευής, ως ανώτερο όριο θορύβου θα γίνεται δεκτή η παραδοχή της μη υπέρβασης στάθμης θορύβου ίσης με τον θόρυβο βάθους ελαττωμένου κατά 10 dB(A).
- ✓ Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τη σχετική ΜΠΕ, το όριο αυτό πρέπει να ελέγχεται επί του φυσικού ορίου του ακινήτου (εργοταξίου ή γραμμής) επί του οποίου ευρίσκονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις και προτείνεται για την περίπτωση του μετρώ να οριοθετηθεί στα 65 dB(A).
- ✓ Όλα τα μηχανήματα, εργαλεία και μέθοδοι κατασκευής που θα χρησιμοποιηθούν από τον Ανάδοχο κατά την διάρκεια της φάσης της κατασκευής θα πρέπει να είναι εντός των ορίων εκπομπής δονήσεων, όπως προβλέπονται από την σχετική Ελληνική Νομοθεσία και όπως απαιτείται από την εφαρμογή των Προτύπων.
- ✓ Τα μεγέθη αξιολόγησης δονήσεων κατά την κατασκευή θα είναι :
 - α) Η τιμή της Δόσης Δόνησης (v_{dn}), θα υπολογίζεται και θα αξιολογείται σύμφωνα με τα Βρετανικά Πρότυπα BS 6472. Αν η αξιολόγηση της v_{dn} καταλήξει σε «πιθανές» ή/και «δυνατές» αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, ο Ανάδοχος θα είναι υποχρεωμένος να προτείνει, και κατόπιν έγκρισης της ΑΜ, να εφαρμόσει μέτρα μείωσης των δονήσεων.
 - β) Η ανώτατη ταχύτητα σωματιδίου (r_{pn}) -κύρια στον κάθετο άξονα z - μετρούμενη εις χιλιοστά του μέτρου ανά δευτερόλεπτο, ορίζεται ως η ανώτατη ταχύτητα ενός σωματιδίου το οποίο διεγείρεται προς δόνηση. Το r_{pn} υπολογίζεται από τον τύπο : $r_{pn} = [r_{pnx}^2 + r_{pny}^2 + r_{pnz}^2]^{1/2}$ όπου r_{pnx} , r_{pny} και r_{pnz} είναι αντίστοιχα τα r_{pn} στους άξονες x,y και z. Στην προκειμένη περίπτωση αξιολογείται το $r_{pn}(z)$.
- ✓ Για τον προσδιορισμό των υψηλότερων ορίων της ανώτερης ταχύτητας σωματιδίου (r_{pn}), σαν αποτέλεσμα των δονήσεων που προκαλούνται από τις κατασκευαστικές εργασίες και επηρεάζουν τα κτίρια/ κατασκευές/ χώρους που ευρίσκονται στην περιοχή των εργασιών, ο Ανάδοχος θα πρέπει να

συμμορφώνεται με τα ανώτατα όρια $ppn(z)$ τα οποία δίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 2.4

ΟΡΙΑ ΔΟΝΗΣΕΩΝ	
ΔΕΚΤΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	Ανώτατη Ταχύτητα Σωματιδίου $ppn(z)$
ΜΝΗΜΕΙΑ, ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ, ΕΚΘΕΜΑΤΑ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ Ή ΜΟΥΣΕΙΑ	0,1 mm/sec (στη βάση του μνημείου, αρχαίου, εκθέματος, στο δάπεδο ή στον τοίχο του κτιρίου)
ΚΤΙΡΙΑ ΕΙΔΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ (π.χ. νοσοκομεία, θέατρα, σχολεία, βιβλιοθήκες, αίθουσες συναυλιών, αίθουσες ακροατηρίου)	0,5 mm/sec
ΑΛΛΑ ΚΤΙΡΙΑ (Ταξινόμηση σύμφωνα με το ISO 4866)	5 mm/sec για συνεχείς δονήσεις 10 mm/sec για διακεκομμένες δονήσεις

- ✓ Ο Ανάδοχος θα λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να εξασφαλίσει ότι ο θόρυβος και οι δονήσεις θα διατηρούνται μέσα στα επιτρεπτά όρια κατά τη διάρκεια της κατασκευής των έργων. Στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να εφαρμόσει το ανωτέρω πρόγραμμα παρακολούθησης των επιπέδων θορύβου και δονήσεων σε συνεχή βάση. Σε περιπτώσεις που παρατηρούνται αυξημένα επίπεδα θορύβου και δονήσεων σε σχέση με τα επιτρεπόμενα από την ισχύουσα νομοθεσία όρια θα πρέπει να ληφθούν ειδικά μέτρα αντιμετώπισης θορύβου και δονήσεων. Στα μέτρα αυτά περιλαμβάνονται, ενδεικτικά και όχι περιοριστικά, η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων/ ηχοπαγίδων γύρω από θορυβώδη μηχανήματα καθώς και στα όρια του εργοταξιακού χώρου, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις γειτνίασης με κατοικίες, και ο προγραμματισμός των έργων ώστε να αποφεύγονται οι θορυβώδεις δραστηριότητες κατά την διάρκεια των ωρών κοινής ησυχίας. Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει για έγκριση στην ΑΜ τις προτάσεις του για τον έλεγχο του θορύβου και των δονήσεων, πριν την έναρξη των εργασιών.
- ✓ Ο Ανάδοχος θα συμμορφώνεται πλήρως με τις ισχύουσες διατάξεις περί κοινής ησυχίας. Επιπρόσθετα, εκτός εάν συμφωνηθεί διαφορετικά με την ΑΜ, ο Ανάδοχος θα συμμορφώνεται, με τις συστάσεις του BS 5228 «Code of Practice for Noise Control on Construction and Demolition Sites».
- ✓ Όλες οι απαιτούμενες προς εκπόνηση μελέτες και προγράμματα, η εφαρμογή τους, καθώς και όλα τα αναγκαία μέτρα, δράσεις, εξοπλισμός κτλ που θα υλοποιηθούν και θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση, την παρακολούθηση και τη μείωση του θορύβου και των δονήσεων της κατασκευής θα εγκριθούν από την Υπηρεσία πριν από την εφαρμογή τους, πλην όμως ο Ανάδοχος, ανεξάρτητα της έγκρισής του, παραμένει απόλυτα υπεύθυνος για την πληρότητα και εφαρμογή της όλης διαδικασίας σύμφωνα με όσα ορίζονται ανωτέρω και από την ισχύουσα νομοθεσία.

3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ & ΔΟΝΗΣΕΩΝ (Θ&Δ) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

3.1. Γενικά

Όπως αναλύθηκε ανωτέρω πριν την εγκατάσταση και λειτουργία οποιασδήποτε εγκατάστασης/εξοπλισμού / εργαλείου στα εργοτάξια του έργου, θα εκπονηθεί και υποβληθεί για έγκριση στην Υπηρεσία Ειδική Μελέτη Ελέγχου Θορύβου και Δονήσεων κατά την Κατασκευή σύμφωνα με το παρόν αναλυτικό Σχέδιο και Πρόγραμμα Εφαρμογής προτεινόμενων μέσων / μεθόδων για παρακολούθηση και μέτρα ελέγχου θορύβου και δονήσεων κατά τη διάρκεια των εργασιών, η οποία όπως αναλύθηκε ανωτέρω προβλέπεται να περιέχει επιγραμματικά :

- Μετρήσεις των υπαρχόντων επιπέδων αερομεταφερόμενου θορύβου του περιβάλλοντος χώρου του εργοταξίου
- Πρόβλεψη διακύμανσης της στάθμης Θ&Δ κατά τη διάρκεια των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων
- Εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων σε ανθρώπους και κτίρια σε σχέση με τα όρια Θ&Δ
- Ειδική οριστική ακουστική μελέτη (διαστασιολόγηση περιμετρικών ηχοπετασμάτων, μερική ακουστική κάλυψη μεμονωμένων μηχανημάτων εργοταξίου κλπ.)

Το ανώτατο όριο εκπομπής αερόφερτου θορύβου - για την περίπτωση του τυπικού εργοταξίου κατασκευής- σύμφωνα με τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς όρους (ΚΥΑ 143033/03.08.2009, που τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ Α.Π. οικ. 203707/23.09.2011), σε συνδυασμό με όσα περιλαμβάνονται σχετική τεχνική προδιαγραφή θα "γίνει εφαρμογή του Π.Δ. 1180/81 και πιο συγκεκριμένα το όριο των 50 dB(A), σε περίπτωση επικράτησης κατοικίας και σε περίπτωση επικράτησης στοιχείου βιοτεχνίας-βιομηχανίας ή/και υπηρεσιών τα 65 dB(A), Ειδικά όμως σε περιπτώσεις υψηλού θορύβου περιβάλλοντος (π.χ. από οδική κυκλοφορία), ως ανώτερο όριο θορύβου θα γίνεται δεκτή η παραδοχή της μη υπέρβασης στάθμης θορύβου ίσης με τον θόρυβο βάθους ελαττωμένου κατά 10 dB(A)". Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την σχετική ΜΠΕ, το όριο αυτό πρέπει να ελέγχεται επί του φυσικού ορίου του ακινήτου (εργοταξίου ή γραμμής) επί του οποίου ευρίσκονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις και προτείνεται για την περίπτωση του μετρώ να οριοθετηθεί στα 65 dB(A).

Στα πλαίσια των σχετικών Γενικών Προδιαγραφών παρά το γεγονός ότι αναφέρεται η ανάγκη εκπόνησης και υποβολής Προγράμματος Ελέγχου Θορύβου και Δονήσεων, στην σχετική ανάλυση των σχετικών εδαφίων, δεν προβλέπεται με σαφήνεια αντίστοιχο πρόγραμμα καταγραφής και ελέγχου της εφαρμογής των προβλεπόμενων ανωτάτων τιμών εκπομπής αερόφερτου θορύβου, στο υφιστάμενο

άμεσο ακουστικό περιβάλλον κατά την λειτουργία των εργοταξίων, (υπάρχει αναφορά μόνο στο μόνιμο πρόγραμμα παρακολούθησης με σταθμούς για τον έλεγχο θορύβου στο κτίριο του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού), με μόνη επισήμανση στα παρακάτω σημεία:

- Διαμόρφωση βάσης δεδομένων υπάρχουσας κατάστασης αερομεταφερόμενου, εδαφομεταφερόμενου θορύβου και δονήσεων
- Πρόβλεψη (θεωρητική) των μέγιστων εκπομπών θορύβου από την λειτουργία των εργοταξίων στο όριο του που ευρίσκεται πλησιέστερα στο υπό προστασία ανθρωπογενές περιβάλλον
- Αξιολόγηση τυχόν υπερβάσεων θορύβου - βάση της ισχύουσας νομοθεσίας - για συνθήκες «ΜΕ ΈΡΓΑ» (κατάσταση λειτουργίας εργοταξίου), και στη συνέχεια
- Εφαρμογή των κατάλληλων αντιθορυβικών διατάξεων και μέτρων διαχείρισης (βλέπε ανάλυση στη συνέχεια)

Οι σχετικές προβλέψεις - με την μεθοδολογία που προσεγγίζεται στη συνέχεια - παρά την χρησιμότητα τους ιδιαίτερα σε ότι αφορά την αξιολόγηση της αναγκαιότητας λήψης μέτρων δεν επαρκούν για την εξασφάλιση της κάλυψης των περιβαλλοντικών απαιτήσεων του έργου και προφανώς απαιτείται η εκπόνηση ειδικού μηνιαίου πρόγραμμα παρακολούθησης πριν και κατά την διάρκεια λειτουργίας κάθε εργοταξίου, σύμφωνα με την ανάλυση στη συνέχεια. Ιδιαίτερα δε σε ότι αφορά τις δονήσεις, σύμφωνα με τις ανωτέρω σχετικές αναλύσεις σε εργοτάξια του Μετρό της Αθήνας αλλά και της Θεσσαλονίκης (βασικό έργο και επεκτάσεις), έχει διαπιστωθεί ότι η επίπτωση των δονήσεων, δεν αναμένεται ως σημαντική τόσο σε επίπεδο ζημιών ενώ η πιθανότητα αρνητικής αντίδρασης από τους περίοικους του κάθε εργοταξίου, εκτιμήθηκε ως χαμηλή. Επισημαίνεται βέβαια ότι οι ανωτέρω μετρήσεις αφορούν μία συγκεκριμένη φάση λειτουργίας και εδαφικών συνθηκών ενώ υπάρχει υποθετικά η περίπτωση αύξησης των δονήσεων με την πρόοδο της υλοποίησης της χάραξης (εργασίες διάνοιξης σήραγγας) ανάλογα και με τα ειδικά δομικά χαρακτηριστικά ευαίσθητων κτιρίων πλησίον των οποίων αναμένεται να διέλθει η χάραξη, ιδιαίτερα στην περίπτωση ειδικών χρήσεων και αρχαιολογικών μνημείων. Η διαπίστωση αυτή συνηγορεί στην διαμόρφωση ενός ευέλικτου κινητού συστήματος παρακολούθησης των δονήσεων κατά την διάρκεια της κατασκευής του έργου που αναλύεται στη συνέχεια. Ιδιαίτερα σε ότι αφορά τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές δονήσεων που προκαλούνται από τις κατασκευαστικές εργασίες και αναμένεται να επηρεάσουν τα κτίρια/ κατασκευές/ χώρους που βρίσκονται στην περιοχή των εργασιών, δίνονται τα προτεινόμενα ανώτατα όρια ταχύτητας δόνησης βάσει του CHABA Report :

Πίνακας 3.1

	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΔΟΝΗΣΕΩΝ: κατά την κατασκευή	
	Σταθμισμένη επιτάχυνση ⁽¹⁾	Ισοδύναμη Ταχύτητα ⁽²⁾
ΛΟΙΠΑ ΚΤΗΡΙΑ	0,5 έως 1 m/sec ²	13 έως 28 mm/sec
ΜΝΗΜΕΙΑ & ΚΤΗΡΙΑ ΕΙΔΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ	0,05 m/sec ²	1,3 mm/sec

(1) H.E. Von Gierke NTIS Report AD-AO44384

(2) Για συχνότητες >10 Hz ισχύει : ταχύτητα σε mm/sec = 28,4 * επιτάχυνση (m/sec²)

Σύμφωνα με τις γνωστές Αγγλικές προδιαγραφές BS 5228 («British Standard») που ελήφθησαν υπόψη στα πλαίσια των σχετικών ΜΠΕ του έργου (βλέπε: Κ. Βογιατζής, Χ. Μουζάκης, Κριτήρια δονήσεων για την προστασία κτιρίων & την αποφυγή οχλήσεων σε κατοίκους από την κατασκευή συγκοινωνιακών έργων σταθερής τροχιάς, ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ, Β/1999 : σελ. 57-59), τα προτεινόμενα όρια ταχύτητας δόνησης αντιστοιχούν σε τιμές 5 & 10 mm/sec αντίστοιχα για «continuous & intermittent vibration» και για κτήρια κατηγορίας 5 & 6 (όπως αναλύεται στην συνέχεια), σύμφωνα και με την σχετική κατηγοριοποίηση που αναλύεται το ISO 4866/BS 7385. Το πρότυπο αυτό (BS 7385 Part 1:1990) το οποίο ενσωματώνει το πρότυπο ISO 4866: 1990 δίνει οδηγίες για τη μέτρηση της δόνησης και την εκτίμηση της επιρροής της στα κτήρια, λαμβάνοντας υπόψη την ευαισθησία τους. Σε πραγματικά ευαίσθητες χρήσεις ιδιαίτερα πολιτιστικού χαρακτήρα όπως π.χ αρχαιολογικοί χώροι, μουσεία κλπ, η “κατηγορία 8 - class 14” είναι πλέον δόκιμη, όποτε και τα όρια πρέπει είναι ιδιαίτερα χαμηλότερα. Επιπλέον επισημαίνεται ότι τα επιτρεπόμενα όρια δόνησης σε μνημεία και ερείπια μνημείων ή ιστορικών κτηρίων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το 1/5 έως 1/10 των αντίστοιχων ορίων για κτήρια σε καλή κατάσταση. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό, τα κτήρια κατατάσσονται σε κατηγορίες. Το εν λόγω κτίριο στο οποίο έγιναν οι παρούσες μετρήσεις ανήκει στην κατηγορία 8. Στην κατηγορία 8 επίσης ανήκουν τα μνημεία και άλλα ευαίσθητα στις δονήσεις, κτήρια και όλες οι κατασκευές της κατηγορίας 7 (εκκλησίες από λιθοδομή, τόξα). Ο πίνακας Α2 του ίδιου πρότυπου ανάλογα με την κατηγορία του κτηρίου και τις συνθήκες θεμελίωσης (τύπος θεμελίων, ποιότητα εδάφους) περιγράφει κατηγορίες για τη μείωση του αποδεκτού ορίου ταχύτητας δόνησης. Το κτίριο αυτό κατατάσσεται στο επίπεδο 14. Τα συνήθη από οπλισμένο σκυρόδεμα κτήρια κατοικιών ανήκουν στη κατηγορία 5.

Ανάλογα με τη θέση του σημείου που μετρείται η μέγιστη ταχύτητα δόνησης p.p.v. (z), πρέπει να ισχύουν διαφορετικά όρια. Εάν η καταγραφή γίνεται στο έδαφος το όριο για την ταχύτητα δόνησης πρέπει να είναι μικρότερο από την περίπτωση που η καταγραφή γίνεται πάνω στο κτήριο καθόσον μεσολαβεί η ενίσχυση λόγω απόκρισης του κτηρίου. Τα διάφορα πρότυπα ορίζουν διαφορετικά όρια σύμφωνα με τη θέση που γίνεται η μέτρηση της ταχύτητας δόνησης. Σύμφωνα άλλωστε με το ανωτέρω Βρετανικό πρότυπο τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια ταχύτητας δόνησης για την περίπτωση συνεχούς δόνησης μεγάλης συνιστάται να είναι διπλάσια των ορίων για μη επαλαμβανόμενες, μικρής διάρκειας διακεκομμένες δονήσεις. Τα ανωτέρω όρια έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε παρόμοια έργα στην Ελλάδα – στα πλαίσια σχετικών αποφάσεων περιβαλλοντικών όρων – δεν υπάρχει όμως ακόμα σχετική νομοθεσία εν ισχύ. Επιπλέον επισημαίνεται και η εφαρμογή του ορίου των 0,2 mm/sec για την προστασία των εκθεμάτων μουσείων κλπ αρχαιολογικών μνημείων το οποίο έχει υιοθετηθεί και στις πρόσφατες επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας και έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα επαρκές. Το όριο αυτό είναι σημαντικά κατώτερο και συνεπώς αυστηρότερο από τα αντίστοιχα του DIN 4150 (Part 3) όπου οι ανώτερες τιμές της ταχύτητας δόνησης για κτήρια ιδιαίτερα ευαίσθητα σε δονήσεις (βλέπε

και σχετική ΑΕΠΟ)) κυμαίνονται για την θεμελίωση και υπερκείμενους ορόφους ως εξής :

- Θεμελίωση : για συχνότητες < 10Hz στα 3 mm/sec
- Υπερκείμενοι ορόφοι : για όλες τις συχνότητες 8 mm/sec

Πιο αναλυτικά, το γερμανικό πρότυπο DIN 4150 Part 3 δίδει όρια στη θεμελίωση του κτηρίου όταν η δόνηση είναι εδαφομεταφερόμενη καθώς επίσης και όρια πάνω στην κατασκευή. Το πρότυπο αυτό απαιτεί την ανάλυση των καταγραφών που έχουν ληφθεί στη θεμελίωση στο πεδίο των συχνοτήτων. Στο σχήμα στη συνέχεια, δίνονται τα όρια για την περίπτωση όπου η δόνηση καταγράφεται στη θεμελίωση του κτίσματος για κάθε μια κατηγορία κτηρίου. Στον ίδιο πίνακα δίνονται τα όρια για τη μέγιστη ταχύτητα δόνησης όταν αυτή μετρείται πάνω στο κτήριο. Στην κατηγορία 3 η οποία αναφέρεται σε ευαίσθητα κτήρια, η ταχύτητα δόνησης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3 έως 8 η 10 mm/sec ανάλογα με την συχνότητα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι η δημιουργία ρηγματώσεων βάσει του DIN 4150 Part 3 ξεκινά με ταχύτητα δόνησης μεγαλύτερη των 8mm/sec για παροδικές δονήσεις, οι οποίες καταπονούν τα κτίσματα για μικρό χρονικό διάστημα. Όταν όμως η μέγιστη ταχύτητα δόνησης σημείου είναι $\geq 1\text{mm/sec}$ ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται σημαντικά τη δόνηση, ιδιαίτερα από τα 10Hz και άνω. Για να μην είναι αισθητή η δόνηση στον άνθρωπο, αναφέρεται σαν συγκριτικό σημείο αναφοράς για το ανωτέρω προταθέν όριο δονήσεων, η τιμή των 0.08 mm/s rpn η οποία αποτελεί ένα μέγεθος το οποίο ευρίσκεται στο κατώφλι της ανθρώπινης αντιληπτότητας των δονήσεων, δηλαδή όριο σημαντικά χαμηλότερο από τα τυπικά επίπεδα δονήσεων που δημιουργούνται με το περπάτημα των ανθρώπων μέσα σε ένα κτίριο.

3.2. Προτεινόμενο πρόγραμμα παρακολούθησης Θ&Δ κατά την κατασκευή

Σύμφωνα με την ανάλυση ανωτέρω το μηνιαίο πρόγραμμα αερόφερτου θορύβου που θα εφαρμοσθεί – πέραν των αναφερομένων στις σχετικές γενικές προδιαγραφές - θα εξασφαλίσει – στα πλαίσια ενός αποτελεσματικού ελέγχου του αερόφερτου θορύβου – στην περίμετρο των εργοταξίων (θέση προς την πλησιέστερη ανθρωπογενή χρήση που χρήζει προστασίας), την επαρκή καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης του ακουστικού περιβάλλοντος (στα πλαίσια της αρχικής καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης στο σύνολο των θέσεων εργοταξίων). Προτείνεται να περιλαμβάνει :

- Καταγραφή των μέγιστων εκπομπών θορύβου από την λειτουργία των εργοταξίων στο όριο του που ευρίσκεται πλησιέστερα στο υπό προστασία ανθρωπογενές περιβάλλον (ευαίσθητων δεκτών) μέσω εκτέλεσης μίας 24ωρης

μέτρησης σε μηνιαία βάση σε τυπική ημέρα λειτουργίας ανά λειτουργούν διακριτό εργοτάξιο (σταθμός η/και φρεάτιο)

- Αξιολόγηση τυχόν υπερβάσεων θορύβου - βάση της ισχύουσας νομοθεσίας - για συνθήκες «ΜΕ Έργα» (κατάσταση λειτουργίας εργοταξίου), και στη συνέχεια εφαρμογή των κατάλληλων αντιθορυβικών διατάξεων και μέτρων διαχείρισης (βλέπε ανάλυση στη συνέχεια)

Το ανωτέρω πρόγραμμα είναι προφανώς αποτελεσματικότερο των σχετικών θεωρητικών προσεγγίσεων - στα πλαίσια της σχετικής μελέτης που αναλύεται στη συνέχεια - και η μηνιαία βάση εφαρμογής εξασφαλίζει την παρακολούθηση και την έγκαιρη και αποτελεσματική εφαρμογή μέτρων όπου απαιτηθεί. Οι ανωτέρω ακουστικές μετρήσεις θα εκτελεστούν με σταθμούς θορύβου κατάλληλα διαμορφωμένους - ώστε να πληρούν τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου (με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.) – εξοπλισμένοι με στατιστικούς αναλυτές θορύβου και διάταξη μικροφώνου παντός καιρού (στον ειδικό ιστό) ενώ πριν από κάθε ακουστική μέτρηση θα γίνεται βαθμονόμηση των οργάνων με ειδικό όργανο βαθμονόμησης («acoustical calibrator»). Οι προτεινόμενες ακουστικές καταγραφές στα πλαίσια του ανωτέρω προγράμματος - μία (1) ανά μήνα ανά εργοτάξιο σε πλήρη λειτουργία - στην δυσμενέστερη θέση δηλαδή στο πλησιέστερο όριο του προς την γειτνιάζουσα υπό προστασία χρήση η κτήριο, θα έχουν 24ωρη διάρκεια (με ωριαία ανάλυση) και θα καλύπτουν τους παρακάτω δείκτες (βλέπε σχετική αντιπροσωπευτική παρουσίαση καταγραφών από το Μετρό Θεσσαλονίκης στο σχήμα στη συνέχεια):

- L_{max} , L_{min} , L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{95} , L_{99} ,
- $L_{Aeq}(24h)$
- L_{day} (07.00-19.00)
- $L_{evening}$ (19.00-23.00)
- L_{night} (23.00-07.00)
- L_{den} βάσει της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου (στάθμη θορύβου day – evening – night σε dB(A).

με πλήρη περιγραφή της κάθε θέσης μέτρησης (για την πλησιέστερη προς κατοικία ή άλλη ευαίσθητη χρήση) ανά εργοτάξιο, και σχετική στατιστική ανάλυση και αξιολόγηση.



Σχήμα 3.1

Για την διενέργεια των 24ώρων ακουστικών μετρήσεων στις θέσεις που αναλύονται στη συνέχεια, γίνεται αντιληπτό ότι η χρησιμοποίηση μόνο τεχνικού προσωπικού είναι ανέφικτη μιας και το χρονικό διάστημα που απαιτείται είναι απαγορευτικό για τα ανθρώπινα δεδομένα. Γι' αυτό με την ολοκληρωμένη διαμόρφωση ειδικών αυτοκινούμενων σταθμών μέτρησης, οι οποίοι φέροντας τις ειδικές διατάξεις προστασίας παντός καιρού, εξασφαλίζεται η διενέργεια όχι μόνο 24ώρων ακουστικών μετρήσεων αλλά και ακόμα μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος αν αυτό απαιτηθεί.

Και στους 5 διαθέσιμους αυτοκινούμενους σταθμούς που θα διατεθούν στο έργο περιέχεται ειδικός τηλεσκοπικός ιστός για την ανάρτηση του μικροφώνου και της διάταξης προστασίας καθώς επίσης και ειδική αντλία αέρα που χρησιμοποιείται για την ανύψωση του τηλεσκοπικού ιστού. Οι προβλεπόμενες 24ωρες ακουστικές μετρήσεις αερόφερτου θορύβου θα εκτελεστούν συνεπώς τόσο με τους ανωτέρω ειδικούς αυτοκινούμενους σταθμούς παρακολούθησης θορύβου, κατάλληλα διαμορφωμένους - ώστε να πληρούν τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου (με εφαρμογή ύψους μέτρησης $4,0 \pm 0,2 \mu$.) – εξοπλισμένοι με στατιστικούς αναλυτές θορύβου και διάταξη μικροφώνου παντός καιρού (στον ειδικό ιστό) τύπου SOLO – BLUE SOLO (01 dB), όσο και αυτόνομους κινητούς σταθμούς παρακολούθησης θορύβου με στατιστικό αναλυτή και διάταξη μικροφώνου (σε τρίποδα) τύπου SOLO, (επίσης με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ από το φυσικό έδαφος). Πριν από κάθε 24ωρη ακουστική μέτρηση θα γίνει βαθμονόμηση των οργάνων με ειδικό όργανο βαθμονόμησης (acoustical calibrator) για τα όργανα τύπου SOLO, ώστε να παρακολουθείται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων σε όλη την διάρκεια των καταγραφών του ακουστικού περιβάλλοντος.

Κατά την διάρκεια κάθε 24ωρης μέτρησης θα καταγράφονται οι ποσοστομετρικοί δείκτες L1, L10, L50, L95, L99 της ενεργειακά ισοδύναμης μέσης ηχοστάθμης L_{eq} καθώς & οι μέγιστες (L_{max}) και ελάχιστες τιμές (L_{min}).

Κατόπιν, οι αναλυμένες καταγραφές & τα σχετικά αποτελέσματα για κάθε ανεξάρτητη 24ωρη μέτρηση, θα παρουσιαστούν σε ειδική διαγραμματική μορφή με βάση σχετικούς ενδεικτικούς πίνακες και διαγράμματα στα πρότυπα των σχετικών προγραμμάτων παρακολούθησης στο Μετρό Θεσσαλονίκης.



Σχήμα 3.2

Ο μετρολογικός εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί (βλέπε σχετικό παράρτημα με πλήρη πιστοποιητικά βαθμονομήσεων) δίνεται αναλυτικά στη συνέχεια :

A. ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΑ ΗΧΟΜΕΤΡΑ – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΑΝΑΛΥΤΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΤΥΠΟΥ Ι

A.1 Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο GREY SOLO, TYPE I της 01dB Γαλλίας με SN: 10038, μικρόφωνο MCE 212 με SN: 45148 & προενισχυτή PRE 21S με SN: 30200.

A.2 Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο BLACK SOLO, TYPE I της 01dB Γαλλίας με SN: 65504 (upgraded from GREY SOLO με SN 11978) με μικρόφωνο MCE 212 με SN: 39669 & προενισχυτή PRE 21W με SN: 30115.

A.3 Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο BLACK SOLO (upgraded from BLUE), TYPE I της 01dB Γαλλίας με SN: 61011 με μικρόφωνο MCE 212 με SN: 96318 & προενισχυτή PRE 21W με SN: 30965.

A.4 Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο BLACK SOLO (upgraded from BLUE), TYPE I της 01dB Γαλλίας με SN: 61282 με μικρόφωνο MCE 212 με SN: 67377 & προενισχυτή PRE 21W με SN: 30137.

A.5 Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο BLACK SOLO (upgraded from BLUE), TYPE I της 01dB Γαλλίας με SN: 61643 με μικρόφωνο MCE 212 με SN: 110016 & προενισχυτή PRE 21W με SN: 30112.

A.6 Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο GREY SOLO, της 01dB Γαλλίας με SN: 20199, μικρόφωνο UC52 ME SN: 88405 με SN: 88405 & προενισχυτή PRE 21W με SN: 30105.

A.7 Σύστημα SYMPHONIE, TYPE I της 01dB Γαλλίας με SN: 1061 με μικρόφωνα MCE 212 με SN: 18033 & 39652 & προενισχυτές PRE 12H και PRE21W με SN: 11024 & 30125.

B. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΝΤΟΣ ΚΑΙΡΟΥ

B.1 Βαλίτσα Παντός Καιρού VES 21

B.2 Διάταξη Παντός Καιρού BAP 21

B.3 Βαθμονομητής Cal 01 με SN 11493

Γ. ΠΕΝΤΕ (5) ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ 24ΩΡΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Σύντομη περιγραφή : **Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο SOLO (ΤΥΠΟΙ GREY ΚΑΙ BLACK) με μικρόφωνο MCE 212**

Το ολοκληρωτικό ηχόμετρο/στατιστικός αναλυτής θορύβου SOLO (βλ φωτ.), είναι αναλυτής θορύβου ακριβείας τύπου I, με δυνατότητες καταγραφής και αποθήκευσης σε ψηφιακή μορφή των απαραίτητων σχετικών δεικτών περιβαλλοντικού θορύβου L_{den} , L_{day} , L_{night} , $L_{eq}(T)$, $L_{10}(18\omega\rho)$ κλπ. (βάσει των απαιτήσεων της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ), επί 24-ωρου βάσης - με ωριαία ανάλυση και 15λεπτη ανάλυση – εξασφαλίζοντας τις απαραίτητες επεξεργασίες και υπολογισμούς δεικτών που επιβάλει η ανωτέρω οδηγία όσο και η ισχύουσα Εθνική νομοθεσία. Είναι ένα εύχρηστο όργανο μέτρησης το οποίο προσαρμόζεται εύκολα στις ανάγκες του χρήστη. Χάρη στην αρχιτεκτονική του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικές εφαρμογές όπως από απλό ηχόμετρο καταγραφής έως αναλυτής πραγματικού χρόνου (real time analyzer). Πληροί τις τεχνικές προδιαγραφές του περιέρχονται στις Δημοσιεύσεις 651 και 804 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (I.E.C. PUBLICATIONS 651-1979 and 804-1985) καθώς επίσης και τα πρότυπα IEC 1260 και IEC 61672-1.

Οι κύριες λειτουργίες του και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του είναι :



- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σαν αυτόνομο ηχόμετρο είτε σαν τμήμα καταγραφικής διάταξης
- Διαθέτει μεγάλη δυναμική κλίμακα 117 dB (20-137 dB)
- Έχει σταθμιστικό κύκλωμα συχνοτήτων A,B,C,G,Lin.
- Έχει σταθμιστικά κυκλώματα χρόνου FAST, SLOW,Impulse, SHORT Leq &PEAK
- Διαθέτει επεξεργαστή για ολοκληρωτική και ποσοστομοριακή ανάλυση περιβαλλοντικού θορύβου και τουλάχιστον : Leq, L1-L100,LDEN επίσης μέγιστη τιμή Lmax και ελάχιστη τιμή Lmin για την περίοδο της καταγραφής
- Παρέχει ενδείξεις: SPL Time και Duration.
- Έχει ενσωματωμένη μνήμη. Τα αποθηκευμένα στοιχεία δεν χάνονται όταν σβήνεται το ηχόμετρο.
- Έχει ενσωματωμένο ωρολόγιο ακριβείας και ένδειξη χαμηλής τάσης μπαταριών.
- Λειτουργεί με ξηρά στοιχεία (μπαταρίες) κοινού τύπου για τουλάχιστον 24 ώρες συνεχώς.
- Έχει κατά το δυνατόν μικρό βάρος και διαστάσεις (Βάρος=530gr,Διαστάσεις σε mm 310X90X47)
- Ο λόγος σήματος προς θόρυβο (SIGNAL TO NOISE RATIO) στο κατώτερο όριο είναι $\text{Signal} > \text{noise} + 10\text{dB}$
- Ο φωρατής ενεργού τιμής (RMS DETECTOR) πληροί τις προδιαγραφές της Δημοσιεύσεως IEC 651.
- Έχει αντίσταση εισόδου (INPUT IMPEDANCE) = 10 kΩ και αντίσταση εξόδου (OUTPUT IMPEDANCE) = 100 Ω
- Εξασφαλίζει Επικοινωνία με PC μέσω θύρας USB και Σειριακής (εξασφάλιση ελαχιστο-ποίησης χρόνου για μεταφορά 24 ωρών Leq/1s όχι άνω των 5min)

Τα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά του είναι:

- Lp: 4 Σταθμιστικά κυκλώματα Συχνοτήτων (A, B, C, Z) και 3 Peak Σταθμιστικά κυκλώματα Χρόνου (F, S, I) + min, max
- Lp peak: 2 Σταθμιστικά κυκλώματα Συχνοτήτων (C, Z) και Peak Σταθμιστικά κυκλώματα Χρόνου peak + max
- Leq averaged and short Leq: 4 Σταθμιστικά κυκλώματα Συχνοτήτων (A, B, C, Z)
- Μέγεθος χρονικού δείγματος 0.02s (Για προγραμματιζόμενες περιόδους)
- Δυναμική κλίμακα 20-137 dB type 1 version
- Αποθηκευτική Ικανότητα: 3.5 εκ. Τιμές
- SEL, Στατιστικοί υπολογισμοί (LN) & Ιστογράμματα
- Εκτύπωση απευθείας (DPU414)
- USB για μεταφορά μνήμης (επίσης RS232C) έξοδοι AC/DC/TOR
- USB real-time μεταφορά σήματος
- Real Time 1/1 & 1/3 οκταβική ανάλυση average, min, max, multispectrum
- Επικοινωνία μέσω modem
- Υπολογισμός T60 (Χρόνος Αντήχησης)
- FFT Μοντέλα

Μικρόφωνο MCE212 : Το μικρόφωνο το οποίο χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια των ακουστικών μετρήσεων είναι μικρόφωνο ½" ακριβείας τύπου electret. Πιο συγκεκριμένα ο τύπος του μικροφώνου είναι ο MCE 212 και στη συνέχεια παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του καθώς επίσης και η καμπύλη απόκρισης του μικροφώνου.



Προενισχυτές PRE21S και PRE21W : Οι προενισχυτές που χρησιμοποιούνται είναι του τύπου PRE21S και PRE21W. Ο προενισχυτής PRE21S χρησιμοποιείται όταν για την διενέργεια των ακουστικών μετρήσεων χρησιμοποιούμε ένα ολοκληρωτικό ηχόμετρο σε συνθήκες που δεν απαιτούν κάποια ιδιαίτερη προστασία έναντι της υγρασίας. Στην περίπτωση όμως που οι μετρήσεις μας γίνονται σε συνθήκες ελεύθερου πεδίου και υπάρχει ο κίνδυνος της υγρασίας τότε χρησιμοποιείται ο προενισχυτής PRE21W ο οποίος διαθέτει ειδικό σύστημα θέρμανσης και είναι συμβατός με όλες τις διατάξεις παντός καιρού και αυτοκινούμενων σταθμών μέτρησης.

MCE212 Pre-polarized Free Field Microphone			
<p>The MCE212 is a ½" pre-polarized electret microphone for general purpose sound measurement in the audio frequency range. The microphone complies with the requirements of IEC Standard 3745 (see 1) and can be used for measurements according to IEC Standard 611 Type 1 and Type 2.</p> <p>The free-field microphone is designed to accurately measure the sound pressure, or to extend before the microphone was installed into the sound field. The free-field microphone should always be pointed towards the sound source (1) and should be placed in the presence of the microphone (2) and should be placed in the sound field and should be a pressure distance to back of the microphone. The microphone is designed so that the sensitivity of the microphone remains constant for the entire range of the sound pressure level (SPL) from 120 dB to 140 dB. This is achieved by increasing the internal electrical impedance of the microphone capsule. The result is an output from the microphone, which is proportional to the sound pressure or to sound level in the sound field.</p>			
Specifications			
Standard (Type 1) and (Type 2)	IEC 3745	Standard (Type 1) and (Type 2)	IEC 3745
Frequency Response	20 Hz - 20 kHz	Frequency Response	20 Hz - 20 kHz
Pressure Voltage	10 mV (10 dB)	Pressure Voltage	10 mV (10 dB)
Upper Limit of Frequency Range	20 kHz	Upper Limit of Frequency Range	20 kHz
Lower Limit of Frequency Range	20 Hz	Lower Limit of Frequency Range	20 Hz
Maximum Temperature	140°C	Maximum Temperature	140°C
Relative Humidity	95%	Relative Humidity	95%
Weight	100g	Weight	100g



Ο θερμαινόμενος προ-ενισχυτής PRE21W

Σύντομη περιγραφή: **Βαλίτσα Παντός Καιρού VES 21 - Διάταξη παντός Καιρού BAP 21 – Βαθμονομητές**

Η βαλίτσα παντός καιρού VES21 είναι ένας αυτόνομος μετρολογικός σταθμός για την διεξαγωγή μετρήσεων σε ελεύθερο πεδίο. Η βαλίτσα VES21 χρησιμοποιείται μαζί με το ολοκληρωτικό ηχόμετρο Solo και των δύο τύπων Master και Premium και παρέχει απόλυτη προστασία στον μετρητικό εξοπλισμό έναντι των κλιματολογικών συνθηκών που μπορεί να επηρεάσουν την ομαλή λειτουργία των οργάνων.

Μέσα σε αυτήν περιέχεται μια μπαταρία υψηλής αποθηκευτικής ικανότητας η οποία μπορεί να τροφοδοτεί τον μετρητικό εξοπλισμό έως και 168 συνεχόμενες ώρες. Επιπρόσθετα περιέχεται και φορτιστής για σύνδεση με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε περίπτωση που απαιτηθεί μεγαλύτερη χρονική διάρκεια μέτρησης.

Η διάταξη BAP 21 είναι εκείνη η οποία προσφέρει την προστασία στον προενισχυτή και το μικρόφωνο έναντι των κακών καιρικών συνθηκών, της υγρασίας και του αέρα. Αποτελείται από έναν ανοξείδωτο μεταλλικό σωλήνα, μία υποστηρικτική κεφαλή και κατάλληλο ανεμοκάλυπτρο εφοδιασμένο με ειδική διάταξη έτσι ώστε τα πουλιά να μην μπορούν να παρεμποδίσουν την μέτρηση.



Διάταξη Παντός Καιρού Bar 21 με τρίποδα σε συνθήκες μέτρησης



Διάταξη Παντός Καιρού Bar 21

Συνδεσμολογία της Διάταξης Παντός Καιρού Bar 21 με την Βαλίτσα VES21



Οι βαθμονομητές Cal01 και Cal02 είναι πηγές ηχητικής πίεσης και χρησιμοποιούνται κάθε φορά πριν την διεξαγωγή των ακουστικών μετρήσεων έτσι ώστε να εξασφαλίσουμε την καλή λειτουργία των μικροφώνων. Είναι σύμφωνοι με το πρότυπο IEC 942 και λειτουργούν με μπαταρία, την συνέχεια ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.



Για την διενέργεια 24ώρων ακουστικών μετρήσεων σε προκαθορισμένες θέσεις γίνεται αντιληπτό ότι η χρησιμοποίηση μόνο τεχνικού προσωπικού είναι ανέφικτη μιας και το χρονικό διάστημα που απαιτείται είναι απαγορευτικό για τα ανθρώπινα δεδομένα άλλα και το κόστος που απαιτείται τόσο το οικονομικό όσο και σε εργατο-ώρες είναι ιδιαίτερα υψηλό. Γι αυτό ολοκληρώσαμε την διαμόρφωση ειδικών αυτοκινούμενων σταθμών μέτρησης οι οποίοι φέροντας τις ειδικές διατάξεις προστασίας παντός καιρού είναι ιδανικοί για την διενέργεια όχι μόνο 24ώρων ακουστικών μετρήσεων άλλα και ακόμα μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος αν αυτό απαιτηθεί. Και στους 7 διαθέσιμους αυτοκινούμενους σταθμούς περιέχεται ειδικός τηλεσκοπικός ιστός για την ανάρτηση του μικροφώνου και της διάταξης προστασίας καθώς επίσης και ειδική αντλία αέρα που χρησιμοποιείται για την ανύψωση του τηλεσκοπικού ιστού. Ο ιστός και η αντλία είναι της Αγγλικής εταιρείας Clark Mast και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται παρακάτω. Αυτό το τροφοδοτούμενο σύστημα από την μπαταρία του αυτοκινήτου είναι απλό τόσο σε συνδεσμολογία όσο και σε χρήση. Ένας διακόπτης ελέγχει την ανύψωση του ιστού και μια ξεχωριστή διάταξη βαλβίδων την υποστολή του. Ένας εσωτερικός

διακόπτης πίεσης διακόπτει την παροχή αέρα στο σύστημα σε περίπτωση διαρροής αέρα. Η παροχή είναι περίπου 30 λίτρα / λεπτό. Τα είδη των ιστών που χρησιμοποιούνται είναι δυο. Ιστός τύπου ST για τους αυτοκινούμενους σταθμούς Νο1 και Νο2 και ιστός τύπου QTM για τον Νο3 & 4 αντίστοιχα.



Ιστός τύπου QTM



Ιστός τύπου ST

**ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ
ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



3.3. Μόνιμο σύστημα παρακολούθησης θορύβου

Σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές προβλέπεται να λάβει ο Ανάδοχος ειδική πρόνοια, στο πλαίσιο του εν λόγω Προγράμματος, για τον έλεγχο θορύβου και δονήσεων στο κτίριο του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού με σύστημα συνεχούς παρακολούθησης και ειδικά μέτρα περιορισμού δονήσεων και θορύβου κατά την κατασκευή. Στα πλαίσια αυτά προβλέπεται η εγκατάσταση δύο σταθμών DUO της 01 dB στις θέσεις που δίνονται στα σχήματα στη συνέχεια. Οι βασικές τεχνικές προδιαγραφές του συστήματος δίνονται επιγραμματικά στη συνέχεια και αναλυτικά στο σχετικό Παράρτημα :



Σχήμα 3.3 Θέσεις συστήματος συνεχούς παρακολούθησης στο κτίριο του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού

➤ **Τεχνικές Προδιαγραφές DUO: All-in-one NMS**

- ❖ Embedded weatherproof microphone
 - ❖ IP55 weatherproof
 - ❖ Simplified user interface with full web control (no software installation required)
 - ❖ Metrology :
 - Type 1, (**I.E.C. PUBLICATIONS 651-1979 & 804-1985**) and IEC 1260 & IEC 61672-1
 - Overall and spectral data every 500ms (20ms mini)
 - Trigger module
 - Non-compressed WAV audio recording (audio playback and processing)
 - GPS data/time synchronization
 - Alerts in case of mains power failure & In case of communication breakdown
 - Administration : remote control and administration for unlimited number of stations
 - ❖ Simplified maintenance
 - ❖ **Noise indices** : L10(18hr), Leq (24hr), Lmax & Lmin, Lden, Lday, Levening & Lnight according to 2002/49/EU, and furthermore all statistical indices Ln
- **Outdoor microphone units**
- ❖ BAP21-DUO; Type 1 (IEC 60651, ANSI S1.4 1983)
 - Calibration and calibration verification modes - Manual - Electrical verification (Charge Injection Calibration)
- **Communication**
- ❖ Built-in modem: GSM (3G+) - External modem: any modem/router using a TCP/IP protocol
 - ❖ **xDSL (ADSL, SDSL, WiFi...)**
 - ❖ Most frequent configurations: Fixed stations: ADSL, 3G & Mobile stations: 3G Remote administration - dBDOU Web-based interface
- **Installation**
- **Protection cabinet**
- ❖ Integration of all elements in an enclosure
 - Standard cabinet (Type Legrand or equivalent)
 - Mains power protection
 - Simplified maintenance
- **On-site installation Piraeus Metro Extention**
- Several possibilities
- Dedicated solution for remote installation,
 - Inside an existing cabinet or shelter, in a roof, etc.





Σχήμα 3.4

Μόνιμος σταθμός καταγραφής περιβαλλοντικού θορύβου DUO

3.4. Εκθέσεις Αποτελεσμάτων Προγράμματος Παρακολούθησης Θορύβου και Δονήσεων

Προβλέπονται οι παρακάτω υποβολές αποτελεσμάτων του προγράμματος παρακολούθησης θορύβου & δονήσεων:

- **6μηνιαία έκθεση αποτελεσμάτων προγράμματος καταγραφής αερόφερτου θορύβου εργοταξίων** η οποία θα περιλαμβάνει υπό μορφή πινάκων και διαγραμμάτων τα αποτελέσματα του δείκτη L_{eq} (24h) καθώς και τα αποτελέσματα των παρακάτω δεικτών για κάθε ανεξάρτητη 24ωρη μέτρηση / μήνα / λειτουργούν εργοτάξιο:
 - ✓ $L_{Aeq}(24h)$
 - ✓ L_{day} (07.00-19.00)
 - ✓ $L_{evening}$ (19.00-23.00)
 - ✓ L_{night} (23.00-07.00)
 - ✓ L_{den} βάσει της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου

με κατάλληλη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και τα σχετικά συμπεράσματα που απορρέουν από αυτά ιδιαίτερα σε ότι αφορά την εφαρμογή του ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου θορύβου εργοταξίων και την ηχομειωτική αποτελεσματικότητα τυχόν εφαρμοσμένων ή αναγκαίων μέτρων ηχοπροστασίας. Επισημαίνεται, ότι η παρουσίαση των παραπάνω δεικτών καλύπτουν επίσης τη σχετική πρόσφατη νομοθετική ρύθμιση του ΥΠΕΚΑ (Τμήμα Θορύβου – Δ/νση ΕΑΡΘ) για την εναρμόνισή μας με τον νέο Ευρωπαϊκό δείκτη L_{den} ή Στάθμη Θορύβου Day – Evening – Night σε dB(A) που προβλέπει η σχετική Οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου. Σε αναλυτικό

παράρτημα θα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα κάθε 24ωρης μέτρησης με ενδεικτική φωτογραφία του ειδικού αυτόνομου κινητού σταθμού θορύβου όπως επίσης και την θέση της μέτρησης βάση της γενικής οριζοντιογραφία της γεωγραφικής ενότητας.

- **Ενιαία ολοκληρωμένη έκθεση αποτελεσμάτων καταγραφής δονήσεων από την λειτουργία κάθε εργοταξίου** που θα παρουσιάζει διεξοδικά και θα αναλύει όλες τις καταγραφές - στην πρόσοψη ή στο εσωτερικό (εφόσον αυτό είναι εφικτό) του πλησιέστερου ευαίσθητου δέκτη σε κάθε εν λειτουργία εργοτάξιο - της ανώτατης ταχύτητας σωματιδίου (ppv) με ταυτόχρονη καταγραφή και της rms επιτάχυνσης για τον υπολογισμό της τιμής της Δόσης Δόνησης (v_{dv}) και την αξιολόγηση σύμφωνα με το Πρότυπο BS 6472 για το δυσμενές σενάριο κατασκευαστικής λειτουργίας σύμφωνα με την ανάλυση ανωτέρω. Σε περίπτωση υπερβάσεων ή και παραπόνων – καταγγελιών το πρόγραμμα θα επαναλαμβάνεται κατά περίπτωση εφόσον απαιτείται για την εφαρμογή η αξιολόγηση ήδη εφαρμοσμένων μέτρων καταστολής.
- **Έκθεση αποτελεσμάτων καταγραφής δονήσεων και αξιολόγηση ανά επιλεγμένη ευαίσθητη χρήση η κτήριο** (βλέπε ανάλυση ανωτέρω), κατά μήκος της χάραξης, για την οποία θα εκτελεσθεί πρόγραμμα καταγραφής δονήσεων κατά την διέλευση του TBM (κατά τις εργασίες διάνοιξης των σηράγγων).

4. ΕΙΔΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΕΡΟΦΕΡΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

4.1. Μετρήσεις υπάρχουσας κατάστασης εδαφομεταφερόμενου και αερομεταφερόμενου θορύβου και δονήσεων του περιβάλλοντος χώρου

Η παρούσα ειδική μελέτη επιγραμματικά προβλέπεται να περιέχει:

- Μετρήσεις των υπαρχόντων επιπέδων εδαφομεταφερόμενου και αερομεταφερόμενου θορύβου και δονήσεων του περιβάλλοντος χώρου του εργοταξίου
- Πρόβλεψη διακύμανσης της στάθμης Θ&Δ κατά τη διάρκεια των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων
- Εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων σε ανθρώπους και κτίρια σε σχέση με τα όρια Θ&Δ
- Ειδική οριστική ακουστική μελέτη (διαστασιολόγηση περιμετρικών ηχοπετασμάτων, μερική ακουστική κάλυψη μεμονωμένων μηχανημάτων εργοταξίου κλπ.)
- Αναλυτικό Πρόγραμμα Ελέγχου Θ&Δ κατά την κατασκευή (όπως αναλύεται ακολούθως).

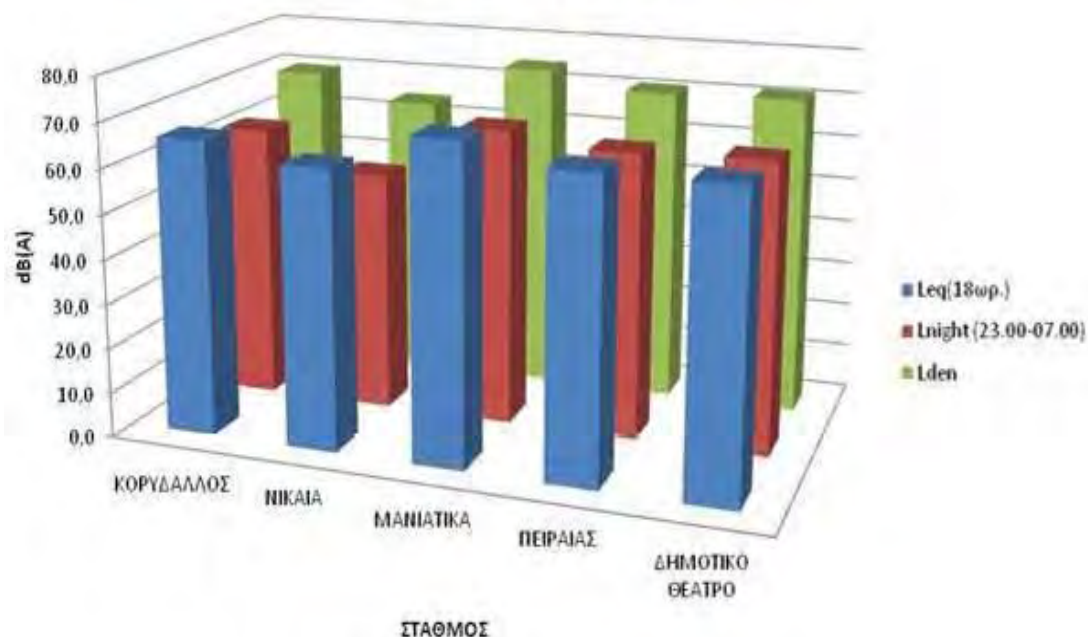
Για την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης του ακουστικού περιβάλλοντος στην περιοχή διέλευσης του έργου και ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα επιφανειακά εργοτάξια στα οποία αναμένεται να παρατηρηθούν εκπομπές αερόφερτου θορύβου, έγιναν 24ωρες αντιπροσωπευτικές καταγραφές της υπάρχουσας κατάστασης του περιβαλλοντικού θορύβου που αποκλειστικά χαρακτηρίζεται από την διαμορφωμένη στάθμη του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου ΧΩΡΙΣ την λειτουργία του εργοταξιακού χώρου - στο σύνολο των προβλεπόμενων εργοταξίων (βλέπε χωροθέτηση θέσεων στο παράρτημα στη συνέχεια). Η περιοχή των μετρήσεων επιλέχθηκε με βάση την διέλευση του έργου και τις υφιστάμενες χρήσεις γης, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε επι μέρους άμεσης αστικής περιοχής, όπως αυτά εντοπίστηκαν κατά την πρόσφατη επι τόπου επίσκεψη, ώστε να ελεγχθούν με έμφαση θέσεις σε γειτνίαση με ευαίσθητες ακουστικά χρήσεις. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα όρια κάθε εργοταξίου κατά μήκος της χάραξης στο υφιστάμενο αστικό οδικό δίκτυο. Με τις ακουστικές μετρήσεις στην περιοχή του έργου προσδιορίστηκαν οι ακόλουθων των ποσοστομοριακών δεικτών : L10, L1, Lmax, Lmin, L50, L 95, L99, καθώς και η ενεργειακά ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη Leq σε dB(A).

Εξοπλισμός ακουστικών μετρήσεων: Για τις ακουστικές μετρήσεις περιορισμένης χρονικής διάρκειας (καταγραφή συμβάντων «events») που εκτελέστηκαν στα πλαίσια της ανωτέρω καταγραφής του υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος, χρησιμοποιήθηκαν τα ολοκληρωτικά ηχόμετρα ακριβείας τύπου 1 SOLO της 01dB - Integrated Noise level analyser class 1 according to : IEC 651:1979 (type1), IEC 804 :1985 (type 1), ANSI 1.4-1983, NF EN 60651 (July 1994) & NF EN 60804 (July 1994) - που αναλύθηκαν ανωτέρω.

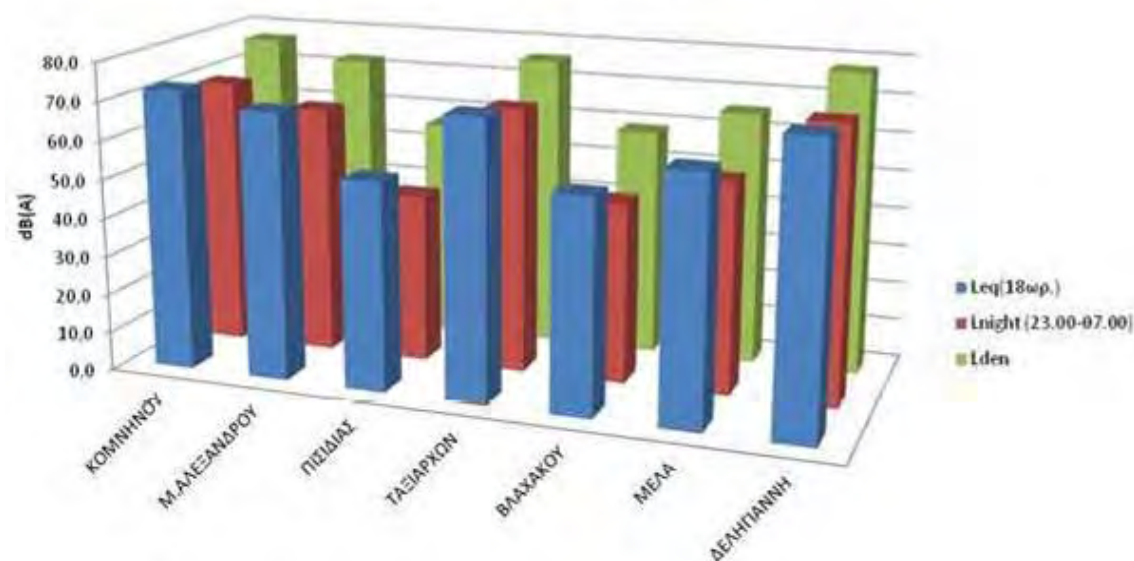
Πριν από κάθε ακουστική μέτρηση γινόταν βαθμονόμηση των οργάνων με ειδικό όργανο βαθμονόμησης (acoustical calibrator), ώστε να παρακολουθείται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων σε όλη την διάρκεια καταγραφής του ακουστικού περιβάλλοντος.

Στον πίνακα και τα διαγράμματα του σχήματος που ακολουθούν παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των ακουστικών μετρήσεων του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου και δίδονται τα αποτελέσματα των ποσοστομοριακών δεικτών και της ενεργειακά ισοδύναμης μέσης ηχοστάθμης στο σύνολο των αστικών γεωγραφικών θέσεων. Οι αναλυτικές καταγραφές δίνονται στο σχετικό Παράρτημα.

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ
ΕΡΓΟΤΑΞΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ**



**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ
ΕΡΓΟΤΑΞΙΑ ΦΡΕΑΤΩΝ**



Σχήμα 4.1

Διακύμανση γενικών και βασικών δεικτών θορύβου υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος στα εργοτάξια και φρεάτια στην Επέκταση της Γραμμής 3 της ΑΜ "Χαιδάρη-Πειραιάς"

Πίνακας 4.1

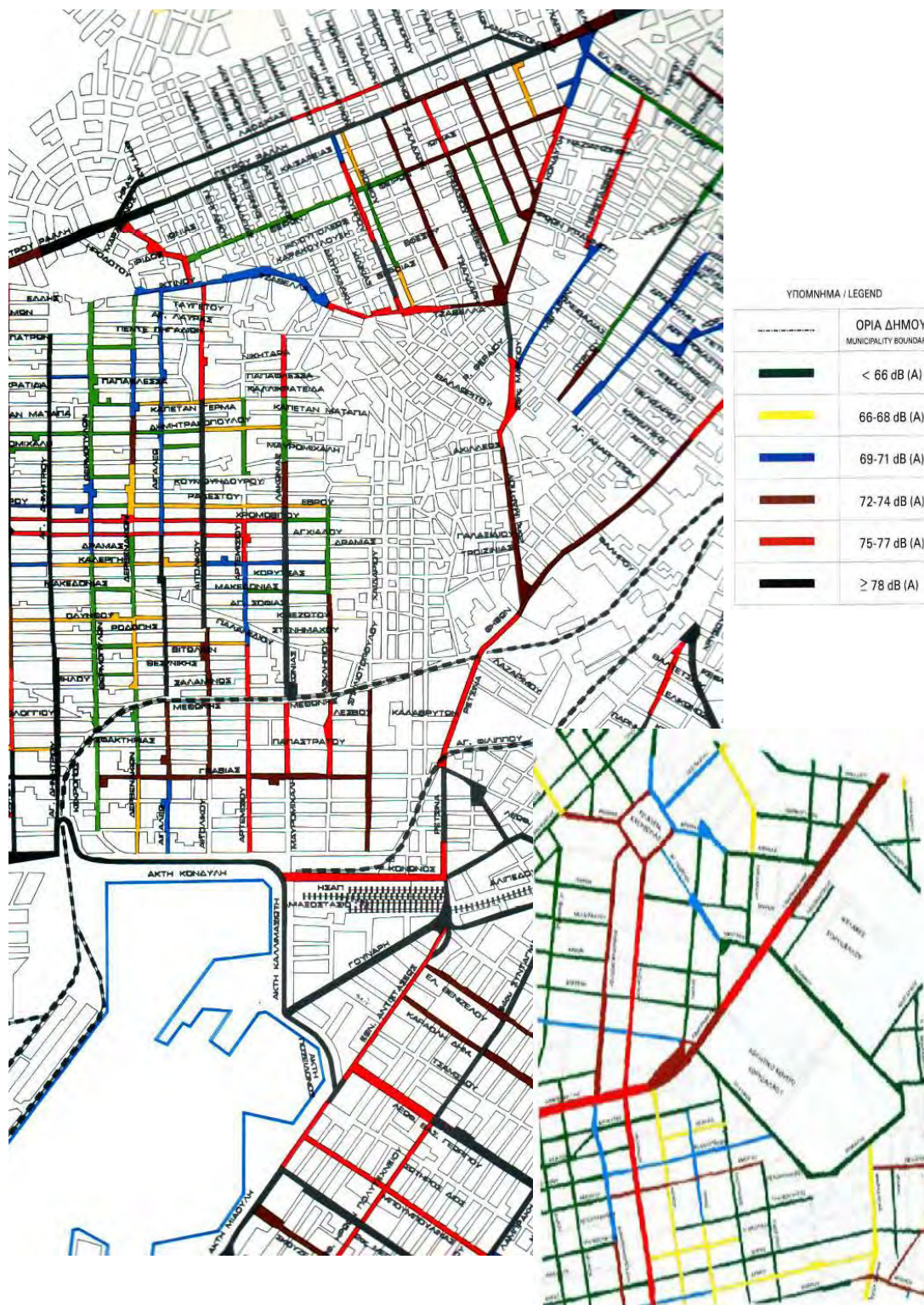
Γεωγραφικές θέσεις & αποτελέσματα ακουστικών μετρήσεων στα εργοτάξια και φρεάτια υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος στα εργοτάξια και φρεάτια στην Επέκταση της Γραμμής 3 της ΑΜ "Χαιδάρη-Πειραιάς"

ΔΕΙΚΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	ΦΡΕΑΡ						
	TBM-KOMNΗΝΟΥ	M.ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ	ΠΙΣΙΔΙΑΣ	ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ	ΒΛΑΧΑΚΟΥ	ΜΕΛΑ	ΔΕΛΗΠΙΑΝΝΗ
Leq(1ης βάρδιας)	72,4	68,6	54,9	71,3	57,0	65,8	73,1
Leq(2ης βάρδιας)	73,1						
L _{night} (23.00-07.00)	72,2	64,4	43,7	68,2	46,5	54,3	70,6
L _{den}	77,8	72,6	56,8	75,9	58,9	65,6	77,8

ΔΕΙΚΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ				
	ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ	ΝΙΚΑΙΑ	ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ
Leq(1ης βάρδιας)	66,0	65,6	70,3	66,9	69,6
L _{night} (23.00-07.00)	61,9	53,8	66,3	63,7	64,8
L _{den}	69,8	64,4	74,4	70,8	72,7

Το ακουστικό περιβάλλον στην άμεση περιοχή των εργοταξίων θεωρείται ήδη σχετικά επιβαρημένο λόγω της υψηλής στάθμης του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου που χαρακτηρίζει την περιοχή διέλευσης (βλέπε και σχετικό απόσπασμα του χαρτών Ο.Κ.Θ. - ΥΠΕΧΩΔΕ, 1997 & 1992) όπου καταγράφεται η υπάρχουσα στάθμη θορύβου για την περιοχή του έργου.

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στον αντίστοιχο πίνακα των ακουστικών μετρήσεων παραπάνω επισημαίνεται ότι η υφιστάμενη κατάσταση του ακουστικού περιβάλλοντος - ειδικά εκεί όπου η χάραξη διέρχεται μέσα τον κύριο ιστό της πόλης, και παρατηρείται αυξημένη οδική κυκλοφορία – είναι αρκετά επιβαρημένη. Ως εκ τούτου στην άμεση περιοχή των εργοταξίων η στάθμη του δείκτη LAeq είναι ήδη αρκετά υψηλή.



Σχήμα 4.2

Χάρτης θορύβου Δήμων ΠΕΙΡΑΙΑ - ΥΠΕΧΩΔΕ 1992 & ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΥ, ΥΠΕΧΩΔΕ 1997

4.2. Μεθοδολογία υπολογισμών θορύβου – Το Λογισμικό MITHRA

Η διαμόρφωση της ακουστικής εξάπλωσης στον εξωτερικό χώρο, και ειδικά στις κατοικημένες ζώνες, πρέπει να εφαρμόζει όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την διάδοση του ήχου, μεταξύ άλλων την τοπογραφία, την τοποθεσία, τα πετάσματα / εμπόδια, την φύση του εδάφους, και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις τον άνεμο και την ετερογένεια της ατμόσφαιρας. Ακολουθώντας μία μεθοδική έρευνα το λογισμικό MITHRA εφαρμόζει ένα νέο γρήγορο αλγόριθμο για την έρευνα των ακουστικών διαδρομών μεταξύ πηγών θορύβου και δεικτών σε μία πολύπλοκη τοποθεσία που επιτρέπει την μείωση αυτών των δυσκολιών. Αυτός ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο αριθμό απλοποιημένων υποθέσεων που επιτρέπουν την χρήση ενός ακτινωτού μοντέλου που ακολουθεί μία αντίστροφα σχεδιασμένη μέθοδο, από τον δέκτη. Το λογισμικό MITHRA είναι βασισμένο σε αυτόν τον γρήγορο αλγόριθμο που ερευνά τις ακουστικές διαδρομές μεταξύ των πηγών θορύβου και των δεικτών σε μία πολύπλοκη αστική τοποθεσία.

Οι διαδρομές απεικονίζονται από ακτίνες, οι οποίες είναι ευθείες, περιθλασμένες, ανακλώμενες (από το έδαφος ή από κάθετες προσόψεις) ή ένα συνδυασμό από αυτά τα δυο τελευταία. Χωρίς να περιορίζεται από την σειρά της αντανάκλασης και περίθλασης, ο αλγόριθμος προσαρμόζεται καλά στην πρόβλεψη του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, όπως επίσης και σε κλειστές διατάξεις όπως το κέντρο μίας μεγάλης πόλης με μεγάλη πυκνότητα δόμησης και επίσης ανοιχτές διατάξεις που περικλείουν απέραντους χώρους ανάμεσα από τις δομήσεις ή ακόμα περισσότερο, ορεινές περιοχές, για την επιρροή του ανάγλυφου του εδάφους στην εξάπλωση του θορύβου. Το λογισμικό που αποτελεί επικαιροποίηση και μετεξέλιξη της κλασσικής Γαλλικής μεθόδου Guide du Bruit είναι δομημένο έτσι ώστε να επιτρέπει :

- Την εισαγωγή δεδομένων και τον έλεγχό τους: ψηφιοποίηση της άμεσης και ευρύτερης περιοχής, εισαγωγή σημείων δεικτών και την εισαγωγή των χαρακτηριστικών κίνησης κυκλοφορίας.
- Την έρευνα των υπαρχόντων διαδρομών ανάμεσα από ένα συγκεκριμένο σημείο και τα κανάλια κυκλοφορίας, και τον ακουστικό υπολογισμό.
- Την έκδοση των αποτελεσμάτων.

Τρεις μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί στο MITHRA που αφορούν τον υπολογισμό της ακουστικής εξάπλωσης μεταξύ της πηγής και του δέκτη:

- CSTB 92: Μέθοδος ανεπτυγμένη από το CSTB
- ISO 9613: Μέθοδος που έχει παρθεί από το πρότυπο ISO 9613-2
- NMBP96: Μέθοδος ανεπτυγμένη από την ομάδα εργασίας που αποτελείται από τα παρακάτω εργαστήρια: CERTU, CSTB, LCPC, SETRA σύμφωνα με το πλέον πρόσφατο διάταγμα της 5ης Μαΐου 1996 σχετικά με την πρόβλεψη του οδικού θορύβου που επικαιροποιεί την ισχύουσα και στην Ελλάδα μεθοδολογία του Guide du Bruit βάσει της YA 17252.

Οι δύο τελευταίες μέθοδοι επιτρέπουν να ληφθούν υπόψη τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά μίας τοποθεσίας στην πρόβλεψη ενός δείκτη όπως η ισοδύναμη στάθμη μεγάλης διάρκειας (1 χρόνου και περισσότερο).

4.3. Εκτίμηση των πιθανών ανεπιθύμητων επιπτώσεων από τον θόρυβο στους ευαίσθητους πλησιέστερους χρήστες & προκαταρκτική θεώρηση μέτρων αντιθορυβικής προστασίας

Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού MITHRA θα αξιολογηθεί τυχόν επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος στην άμεση περιοχή των επί μέρους εργοταξίων όπου επικρατεί σε μεγάλο βαθμό το οικιστικό στοιχείο και έχουν αναγνωρισθεί ευαίσθητοι – ακουστικά – δέκτες. Επισημαίνεται, βέβαια, ότι με βάσει τις ακουστικές μετρήσεις της υφιστάμενης κατάστασης τους ακουστικού περιβάλλοντος στο μεγαλύτερο αριθμό των εργοταξιακών εγκαταστάσεων, το ακουστικό περιβάλλον είναι αρκετά επιβαρημένο και ο οδικός κυκλοφοριακός φόρτος της περιοχής είναι αυτός που ουσιαστικά διαμορφώνει και τα υψηλά επίπεδα της στάθμης θορύβου της περιοχής (βλέπε σχετικό παράρτημα μετρήσεων υφιστάμενου ακουστικού περιβάλλοντος).

4.3.1. Γενικά μέτρα

Η ελάττωση της ηχητικής στάθμης στις ευαίσθητες περιοχές που βρίσκονται κοντά σε μεγάλες αρτηρίες οδηγεί στη χρήση ενός συνόλου τεχνικών εφαρμογών. Η μόνη μέθοδος ελάττωσης του θορύβου είναι η συνεχής επέμβαση στον χώρο που παρεμβάλλεται ανάμεσα στον πομπό (όχημα) και στο δέκτη (κάτοικοι αστικών περιοχών), ώστε να αποφεύγεται η επανεμφάνιση του φαινομένου της εκτεταμένης ηχορύπανσης. Οι τεχνικές εφαρμογές για την ελάττωση του θορύβου από την οδική κυκλοφορία γενικά μπορούν να συνοψισθούν στις εξής επεμβάσεις:

- Ελάττωση του θορύβου των οχημάτων, με χρήση νέων μοντέλων όπου έχει ληφθεί πρόνοια για τη μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου με την εφαρμογή πλέον αυστηρών κανονισμών.
- Βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής με εκμετάλλευση κυκλοφοριακών αξόνων και γενικότερα με αναδιοργάνωση των οδικών δικτύων (δημιουργία παρακαμπτηρίων κλπ..) επεμβάσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την ελάττωση του φόρτου σε ευαίσθητους άξονες και συνεπώς τη μείωση της στάθμης του θορύβου.
- Μείωση της ταχύτητας κινήσεως των οχημάτων σε κρίσιμους δρόμους, είτε επιβάλλοντας όρια, είτε με κατάλληλη γεωμετρική διαμόρφωση της οδού.
- Επέμβαση στην τεχνική διαμόρφωση των οδών με κατασκευή ανάλογων τεχνικών έργων στις οριογραμμές του καταστρώματος.
- Γενική αναδιοργάνωση του πολεοδομικού ιστού μιας αστικής περιοχής, ώστε να μην αποτελεί το κυκλοφοριακό δίκτυο πηγή θορύβου.
- Ειδική ηχομονωτική κατασκευή των κτιρίων, όταν η ανέγερση τους σε περιοχές με πολύ υψηλές στάθμες ηχορύπανσης δεν μπορεί να αποφευχθεί.

Οι παραπάνω τεχνικές εφαρμογές μείωσης του κυκλοφοριακού θορύβου εφαρμόζονται είτε όταν τα κτίρια που πρέπει να προστατευθούν από τα συγκοινωνιακά έργα έχουν ήδη κατασκευασθεί (οπότε οι λύσεις είναι πλέον περιορισμένες), είτε όταν έχουν ληφθεί υπόψη πριν την εφαρμογή των διαφόρων συγκοινωνιακών ή πολεοδομικών μελετών (οπότε και οι λύσεις είναι περισσότερες). Οι εφαρμογές αυτές οδηγούν συχνά στην κατασκευή ειδικών τεχνικών έργων (πετασμάτων), για την προστασία από την ηχορύπανση, στην οριογραμμή του καταστρώματος.

4.3.2. Μέτρα κατά την κατασκευή

Οι τεχνικές εφαρμογές για την ελάττωση του θορύβου από την κατασκευή μπορούν να συνοψισθούν σε δύο επίπεδα επέμβασης:

- Ελάττωση του θορύβου των μηχανημάτων κλπ. οχημάτων εργοταξίου, με χρήση νέων μοντέλων όπου έχει ληφθεί πρόνοια για τη μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου και με την εφαρμογή πλέον αυστηρών κανονισμών, τόσο Ελληνικών, όσο και της ΕΕ.
- Επέμβαση πάνω στην μεθοδολογία κατασκευής που τελικά θα επιλεγεί με καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών λαμβάνοντας υπόψη το θόρυβο και κατά συνέπεια κατασκευή αναλόγων τεχνικών έργων στις οριογραμμές του εργοταξίου.

Η εφαρμογή μείωσης του θορύβου με αντιθορυβικά πετάσματα που εφαρμόζεται είτε όταν τα κτίρια κατοικιών ή ειδικών χρήσεων που πρέπει να προστατευθούν έχουν ήδη κατασκευασθεί (οπότε οι λύσεις είναι πλέον περιορισμένες) και η κατασκευή γενικότερα του νέου έργου γίνεται σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος, είτε όταν έχουν ληφθεί υπόψη πριν την εφαρμογή των διαφόρων συγκοινωνιακών ή πολεοδομικών μελετών (οπότε και οι λύσεις είναι περισσότερες), οδηγούν συχνά στην πραγματοποίηση ειδικών τεχνικών έργων (πετασμάτων) για την προστασία από την ηχορύπανση.

Ο Κύριος του Έργου και κατά συνέπεια ο Ανάδοχος θα πρέπει να μελετήσει σε επίπεδο μελέτης εφαρμογής την ακριβή, κατά περίπτωση και χρονική περίοδο εξέλιξης του έργου, διάταξη των εργοταξίων και να προγραμματίσει την κατασκευή, έτσι ώστε να προκληθεί η ελάχιστη δυνατή παρενόχληση στις λειτουργίες και την δομή του αστικού ανθρωπογενούς περιβάλλοντος και βέβαια η ελάχιστη δυνατή αισθητική ηχητική και λοιπή ρύπανση του αστικού περιβάλλοντος.

Έτσι κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών, ο ανάδοχος θα πρέπει να περιβάλλει τα εργοτάξια που ευρίσκονται σε γειτνίαση με αστικές περιοχές με τα αναγκαία περιφράγματα - αντιθορυβικά πετάσματα (όπως αναλύονται στη συνέχεια) ώστε να βελτιστοποιήσει επαρκώς τα προαναφερθέντα προβλήματα ακουστικής επιβάρυνσης και διασφαλίζουν κατά το δυνατόν την ένταξη των εργοταξίων στο χώρο.

Συνεπώς το πλέον αποτελεσματικό μέτρο, που έχει πρακτικά την δυνατότητα διευθέτησης του προβλήματος, είναι η χρήση των παραπάνω περιφραγμάτων - αντιθορυβικών πετασμάτων κατάλληλου ύψους (4μ), στα όρια των χώρων εργασίας - εργοταξίων (βλέπε σχετική ανάλυση στη συνέχεια), η επιλεκτική εφαρμογή

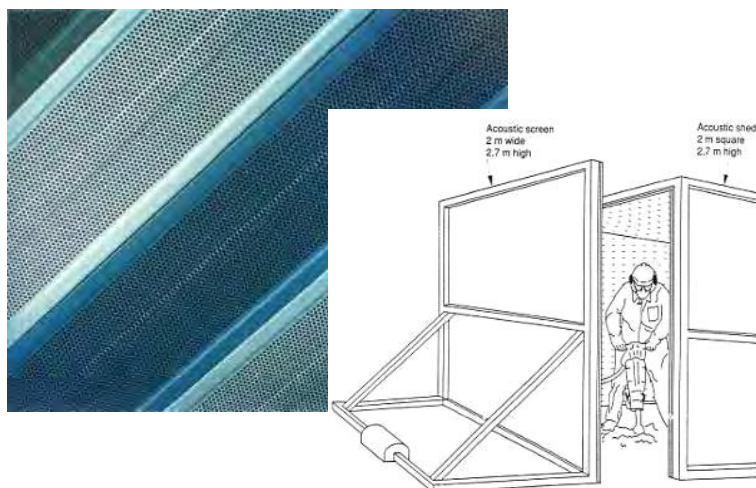
κινητών περιφραγμάτων ανά ιδιαίτερα δυσμενή σημειακή πηγή, βέβαια σε συνδυασμό και με την εφαρμογή της ανωτέρω ΚΥΑ αλλά και της ΚΥΑ 37393/2028/29.3.03 (ΦΕΚ 1418/Β/29.3.03) καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για τις εκπομπές θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους.

Ηχοαπορροφητικό πέτασμα από μέταλλο: Τα πετάσματα της κατηγορίας αυτής κατασκευάζονται σε γενικές γραμμές από ανοξείδωτη λαμαρίνα ή και αλουμίνιο. Το αντιθορυβικό πέτασμα στηρίζεται με την βοήθεια μεταλλικών ή αλουμινένιων υποστυλωμάτων - ορθοστατών που εισέρχονται επαρκώς σε κατάλληλο θεμέλιο η βάση από Ω.Σ. Πιο συγκεκριμένα τα πετάσματα αυτού του τύπου είναι :

- ✓ είτε από απλή ανοξείδωτη λαμαρίνα πάχους συνήθως 2 - 2,5 mm, ή φύλλα αλουμινίου,
- ✓ είτε κατασκευής “σάντουιτς”, από δύο λαμαρίνες ή συνήθως φύλλα αλουμινίου εκ των οποίων, η προς την οδό πλευρά είναι διάτρητη. Στο εσωτερικό της κατασκευής τοποθετείται ειδικό ηχο-απορροφητικό υλικό.

Στην περίπτωση κατασκευής σάντουιτς η διάτρητη εσωτερική επιφάνεια πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλή ηχο-απορροφητικότητα, έχει δηλαδή την ικανότητα να μην ανακλά τον θόρυβο κατά συνέπεια να μην επαυξάνει τον θόρυβο προς τους ευαίσθητους δέκτες. Τα μεταλλικά ηχο - απορροφητικά πετάσματα αυτού του τύπου διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- ✓ υψηλή ηχο-απορρόφηση στις χαμηλές συχνότητες για την απορρόφηση θορύβων από βαρέα οχήματα
- ✓ σημαντική αντοχή σε κακομεταχείριση, ατμοσφαιρική ρύπανση, ηλιακή ακτινοβολία, οξείδωση
- ✓ σταθερότητα σε καταπονήσεις λόγω ισχυρών ανέμων
- ✓ εύκολη συναρμολόγηση, επέκταση και αντικατάσταση
- ✓ μεγάλη διάρκεια ζωής κυρίως όταν κατασκευάζονται από αλουμίνιο επιχρισμένο με πολυ-εσωτερική βαφή, η οποία δεν υφίσταται ζημία από τα χημικά διαλυτικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να καθαρίσουν τα πετάσματα από χρώματα



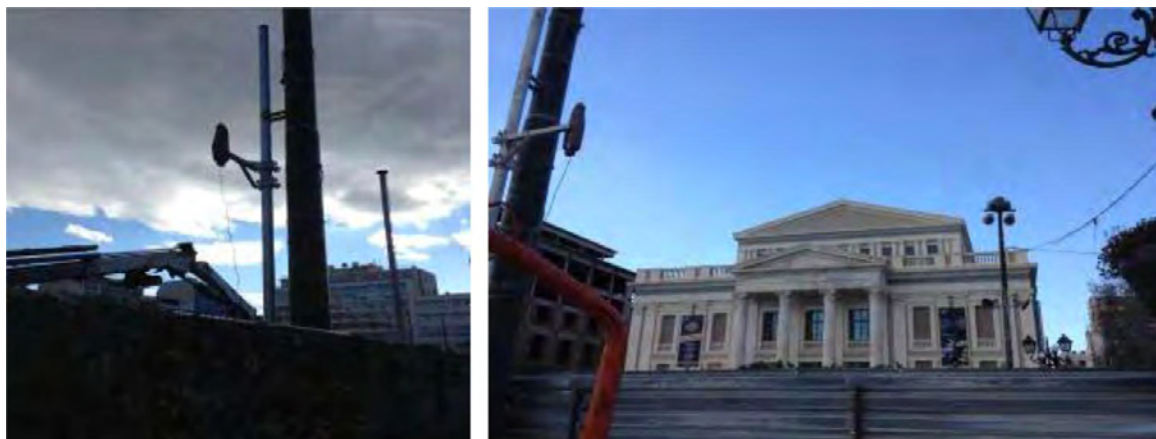
Στην φωτογραφική απεικόνιση παραπάνω παρουσιάζεται η ηχοαπορροφητική επιφάνεια του μεταλλικού αδιαφανούς πετάσματος. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η εκτιμηθείσα συνδυασμένη στάθμη θορύβου κατά την διάρκεια της κατασκευής αναμένεται να ξεπεράσει το όριο των 65 dB(A) - σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΜΠΕ -σε πολλούς εργοταξιακούς χώρους. Επιπλέον της χρήσης γραμμικών πετασμάτων στα όρια του εργοταξίου, συστήνεται η χρήση μέτρων προστασίας για το θόρυβο για σημειακές πηγές, όπου αναμένονται υψηλές εκπομπές θορύβου, μέσω εφαρμογής κινητών "περιφραγμάτων" σημειακών πηγών θορύβου εντός του εργοταξίου πέραν (βλέπε σχετικό σκαρίφημα βάσει του προτύπου BS5228). Επισημαίνεται τέλος ότι :

- ✓ η πληροφόρηση των κατοίκων για την ενδεχόμενη χρήση σημειακών πηγών θορύβου σε συνδυασμό με την ευνοϊκή διάθεση των πολιτών ως προς την αναγκαιότητα του έργου,
- ✓ η σχετικά βραχεία και παροδική περίοδος επίπτωσης των έργων κατασκευής (συγκρινόμενη με τη ζωή και την σπουδαιότητα του έργου), καθώς και
- ✓ η απαγόρευση των εργασιών κατά τις ώρες κοινής ησυχίας, συνηγορούν στην σημαντική μείωση του προβλήματος.

5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ

5.1 Απρίλιος 2015

5.1.1. Συστήματα συνεχούς παρακολούθησης στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού



Σχήμα 5.1 Εγκατάσταση συστήματος συνεχούς παρακολούθησης στο εργοτάξιο έναντι του κτιρίου του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά



Σχήμα 5.2 Εγκατάσταση συστήματος συνεχούς παρακολούθησης στο εργοτάξιο έναντι του Ιερού Ναού Ταξιαρχών

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ Leq

Πίνακας 5.1

Διακύμανση Leq 1ης Βάρδιας

Period start	Leq	Lmin	Lmax	
1/4/2015 8:00	77,0	53,6	104,4	Wed 4/1/2015
2/4/2015 8:00	75,0	55,1	94,2	Thu 4/2/2015
3/4/2015 8:00	76,1	55,1	113,7	Fri 4/3/2015
4/4/2015 8:00	71,4	53,9	94,8	Sat 4/4/2015
6/4/2015 8:00	75,9	60,9	92,3	Mon 4/6/2015
7/4/2015 8:00	77,5	59,6	92,1	Tue 4/7/2015
8/4/2015 8:00	76,9	56,0	96,9	Wed 4/8/2015
9/4/2015 8:00	68,9	54,6	99,2	Thu 4/9/2015
10/4/2015 8:00	70,8	48,1	102,9	Fri 4/10/2015
14/4/2015 8:00	76,2	53,6	92,7	Tue 4/14/2015
15/4/2015 8:00	75,3	55,5	95,9	Wed 4/15/2015
16/4/2015 8:00	76,2	55,0	104,7	Thu 4/16/2015
17/4/2015 8:00	73,4	55,9	95,0	Fri 4/17/2015
18/4/2015 8:00	68,5	50,8	101,5	Sat 4/18/2015
20/4/2015 8:00	76,9	52,4	101,0	Mon 4/20/2015
21/4/2015 8:00	75,4	53,4	102,3	Tue 4/21/2015
22/4/2015 8:00	76,3	62,7	103,0	Wed 4/22/2015
23/4/2015 8:00	73,4	54,9	99,4	Thu 4/23/2015
24/4/2015 8:00	73,4	53,0	103,9	Fri 4/24/2015
25/4/2015 8:00	72,0	52,8	96,3	Sat 4/25/2015
1η βάρδια Leq	74,3	54,8	99,3	
max	77,5	62,7	113,7	
min	68,5	48,1	92,1	
stdev=	2,7	3,3	5,4	

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι η συνεισφορά των εργοταξιακών δραστηριοτήτων του εργοταξίου Δημοτικού Θεάτρου είναι αξιολογήσιμη μιας και ανέρχεται στα 72,5 dB(A) (υπέρβαση) για την περίοδο της 1ης βάρδιας γεγονός το οποίο εφόσον συνεχίζει να εμφανίζεται στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΤΑΞΙΑΡΧΕΣ Leq

Πίνακας 5.2

Διακύμανση Leq 1ης Βάρδιας

Period start	Leq	Lmin	Lmax	
1/4/2015 8:00	75,6	50,2	97,4	Wed 4/1/2015
2/4/2015 8:00	67,0	47,4	87,8	Thu 4/2/2015
3/4/2015 8:00	72,9	52,5	92,0	Fri 4/3/2015
4/4/2015 8:00	64,7	47,9	85,1	Sat 4/4/2015
6/4/2015 8:00	69,2	50,3	86,6	Mon 4/6/2015
7/4/2015 8:00	73,5	62,5	92,9	Tue 4/7/2015
8/4/2015 8:00	73,8	48,3	90,0	Wed 4/8/2015
9/4/2015 8:00	72,0	47,6	88,7	Thu 4/9/2015
10/4/2015 8:00	76,7	43,5	93,5	Fri 4/10/2015
14/4/2015 8:00	72,9	45,5	93,4	Tue 4/14/2015
15/4/2015 8:00	73,7	44,9	92,0	Wed 4/15/2015
16/4/2015 8:00	73	62,5	94,5	Thu 4/16/2015
17/4/2015 8:00	73,4	49,2	92,6	Fri 4/17/2015
18/4/2015 8:00	72,6	46,5	86,6	Sat 4/18/2015
20/4/2015 8:00	74,2	47,1	102	Mon 4/20/2015
21/4/2015 8:00	62,1	46,6	86	Tue 4/21/2015
22/4/2015 8:00	64,2	43,6	90,2	Wed 4/22/2015
23/4/2015 8:00	70,7	52,5	90,3	Thu 4/23/2015
24/4/2015 8:00	74,3	48,4	92,7	Fri 4/24/2015
25/4/2015 8:00	70,1	46,6	88,4	Sat 4/25/2015
1η βάρδια Leq	71,3	49,2	91,1	
max	76,7	62,5	102,0	
min	62,1	43,5	85,1	
stdev=	4,0	5,2	4,1	

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι η συνεισφορά των εργοταξιακών δραστηριοτήτων του εργοταξίου Ταξιαρχών είναι μη αξιολογήσιμη σημαντικά χαμηλότερη των 65 db(A) για την περίοδο της 1ης βάρδιας γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

5.1.2. Έκθεση Προγράμματος Παρακολούθησης Αερόφερτου Θορύβου: Απρίλιος 2015

Προβλέπονται οι παρακάτω υποβολές αποτελεσμάτων του προγράμματος παρακολούθησης θορύβου & δονήσεων:

- ✓ μηνιαία έκθεση αποτελεσμάτων προγράμματος καταγραφής αερόφερτου θορύβου εργοταξίων η οποία θα περιλαμβάνει υπό μορφή πινάκων και διαγραμμάτων τα αποτελέσματα του δείκτη $L_{eq}(24h)$ σε ωριαία ανάλυση καθώς και τα αποτελέσματα των παρακάτω δεικτών για κάθε ανεξάρτητη 24ωρη μέτρηση / μήνα / λειτουργούν εργοτάξιο:

- $L_{Aeq}(24h)$
- L_{day} (07.00-19.00)
- $L_{evening}$ (19.00-23.00)
- L_{night} (23.00-07.00)
- L_{den} βάσει της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου

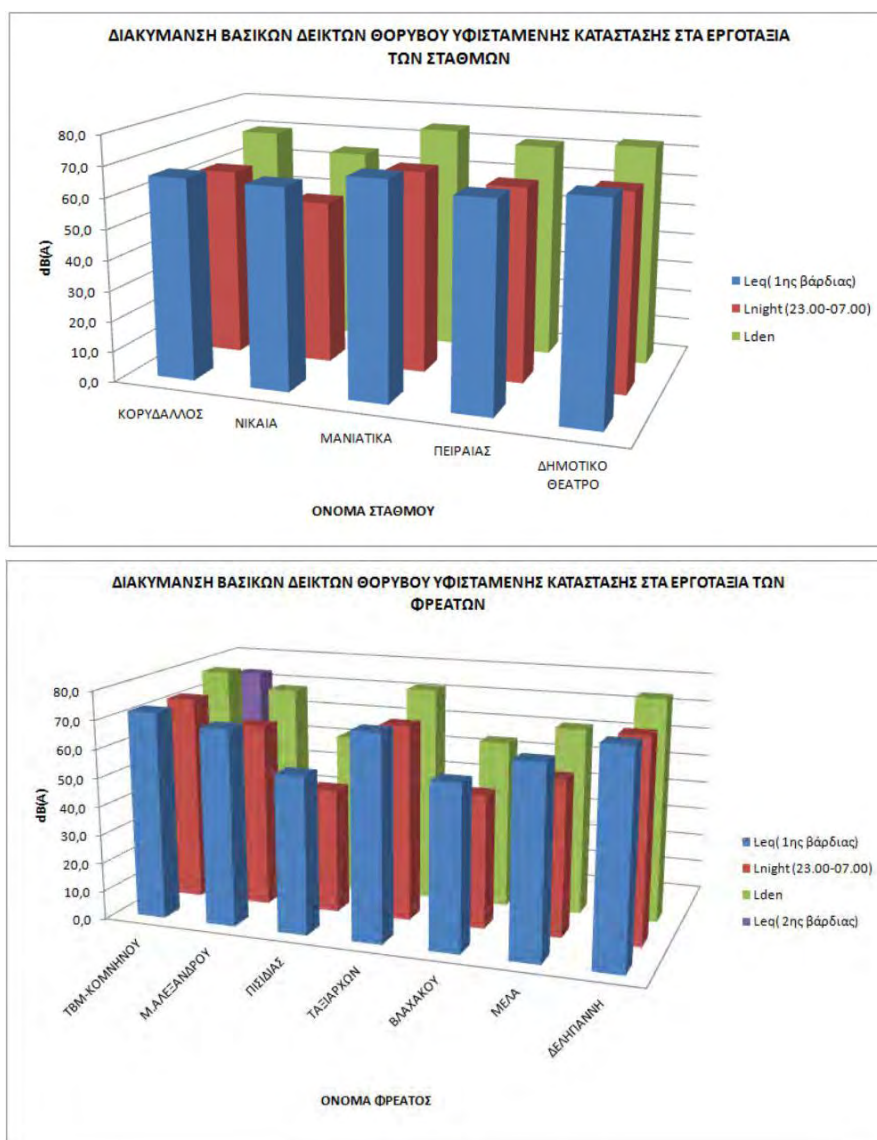
με κατάλληλη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και τα σχετικά συμπεράσματα που απορρέουν από αυτά ιδιαίτερα σε ότι αφορά την εφαρμογή του ανωτάτου επιτρεπόμενου ορίου θορύβου εργοταξίων και την ηχομειωτική αποτελεσματικότητα τυχόν εφαρμοσμένων η αναγκαίων μέτρων ηχοπροστασίας. Επισημαίνεται, ότι η παρουσίαση των παραπάνω δεικτών καλύπτουν επίσης τη σχετική πρόσφατη νομοθετική ρύθμιση του ΥΠΕΚΑ (Τμήμα Θορύβου – Δ/νση ΕΑΡΘ) για την εναρμόνισή μας με τον νέο Ευρωπαϊκό δείκτη L_{den} ή Στάθμη Θορύβου Day – Evening – Night σε dB(A) που προβλέπει η σχετική Οδηγία 2002/49/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου. Σε αναλυτικό παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα κάθε 24ωρης μέτρησης με ενδεικτική φωτογραφία του ειδικού αυτόνομου κινητού σταθμού θορύβου όπως επίσης και την θέση της μέτρησης βάση της γενικής οριζοντιογραφία της γεωγραφικής ενότητας.

- ✓ Ενιαία ολοκληρωμένη έκθεση αποτελεσμάτων καταγραφής δονήσεων από την λειτουργία κάθε εργοταξίου που θα παρουσιάζει διεξοδικά και θα αναλύει όλες τις καταγραφές - στην πρόσοψη ή στο εσωτερικό (εφόσον αυτό είναι εφικτό) του πλησιέστερου ευαίσθητου δέκτη σε κάθε εν λειτουργία εργοτάξιο - της ανώτατης ταχύτητας σωματιδίου (prn) με ταυτόχρονη καταγραφή και της rms επιτάχυνσης για τον υπολογισμό της τιμής της Δόσης Δόνησης (vdn) και την αξιολόγηση σύμφωνα με το Πρότυπο BS 6472 για το δυσμενές σενάριο κατασκευαστικής λειτουργίας σύμφωνα με την ανάλυση ανωτέρω. Σε περίπτωση υπερβάσεων ή και παραπόνων – καταγγελιών το πρόγραμμα θα επαναλαμβάνεται κατά περίπτωση εφόσον απαιτείται για την εφαρμογή η αξιολόγηση ήδη εφαρμοσμένων μέτρων καταστολής.
- ✓ Έκθεση αποτελεσμάτων καταγραφής δονήσεων και αξιολόγηση ανά επιλεγμένη ευαίσθητη χρήση η κτήριο (βλέπε ανάλυση ανωτέρω), κατά μήκος της χάραξης, για την οποία θα εκτελεσθεί πρόγραμμα καταγραφής δονήσεων κατά την διέλευση του TBM (κατά τις εργασίες διάνοιξης των σηράγγων).

5.1.3. Μετρήσεις υπάρχουσας κατάστασης εδαφομεταφερόμενου και αερομεταφερόμενου θορύβου του περιβάλλοντος χώρου

Για την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης του ακουστικού περιβάλλοντος στην περιοχή διέλευσης του έργου και ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα επιφανειακά εργοτάξια στα οποία αναμένεται να παρατηρηθούν εκπομπές αερόφερτου θορύβου, έγιναν 24ωρες αντιπροσωπευτικές καταγραφές της υπάρχουσας κατάστασης του περιβαλλοντικού θορύβου που αποκλειστικά χαρακτηρίζεται από την διαμορφωμένη στάθμη του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου ΧΩΡΙΣ την λειτουργία του εργοταξιακού χώρου - στο σύνολο των προβλεπόμενων εργοταξίων (βλέπε χωροθέτηση θέσεων στο παράρτημα στη συνέχεια). Η περιοχή των μετρήσεων επιλέχθηκε με βάση την διέλευση του έργου και τις υφιστάμενες χρήσεις γης, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε επί μέρους άμεσης αστικής περιοχής, όπως αυτά εντοπίστηκαν κατά την πρόσφατη επί τόπου επίσκεψη, ώστε να ελεγχθούν με έμφαση θέσεις σε γειτνίαση με ευαίσθητες ακουστικά χρήσεις. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα όρια κάθε εργοταξίου κατά μήκος της χάραξης στο υφιστάμενο αστικό οδικό δίκτυο. Με τις ακουστικές μετρήσεις στην περιοχή του έργου προσδιορίστηκαν οι ακόλουθοι ποσοστομετρικοί δείκτες : L10, L1, Lmax, Lmin, L50, L95, L99, καθώς και η ενεργειακά ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη Leq σε dB(A). Επίσης υπολογίστηκε και η ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη Leq σε dB(A) για την διάρκεια της βάρδιας εργασίας.

Στον πίνακα και τα διαγράμματα του σχήματος που ακολουθούν παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των ακουστικών μετρήσεων του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου και δίδονται τα αποτελέσματα των ποσοστομετρικοί δεικτών και της ενεργειακά ισοδύναμης μέσης ηχοστάθμης στο σύνολο των αστικών γεωγραφικών θέσεων με ιδιαίτερα αναφορά στην περίοδο της κάθε βάρδιας εργασίας ανά εργοτάξιο ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση ΜΕ & ΧΩΡΙΣ εργασίες ανά εργοτάξιο (επισημαίνεται ότι στο φρέαρ TBM προσεγγίζονται τρεις βάρδιες σύμφωνα με τον προγραμματισμό του έργου).



Σχήμα 5.3 Διακύμανση γενικών και βασικών δεικτών θορύβου υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος στα εργοτάξια και φρεάτια στην Επέκταση της Γραμμής 3 της ΑΜ "Χαιδάρι-Πειραιάς"

Πίνακας 5.3 Γεωγραφικές θέσεις & αποτελέσματα ακουστικών μετρήσεων στα εργοτάξια και φρεάτια υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος στα εργοτάξια και φρεάτια στην Επέκταση της Γραμμής 3 της ΑΜ "Χαιδάρη-Πειραιάς"

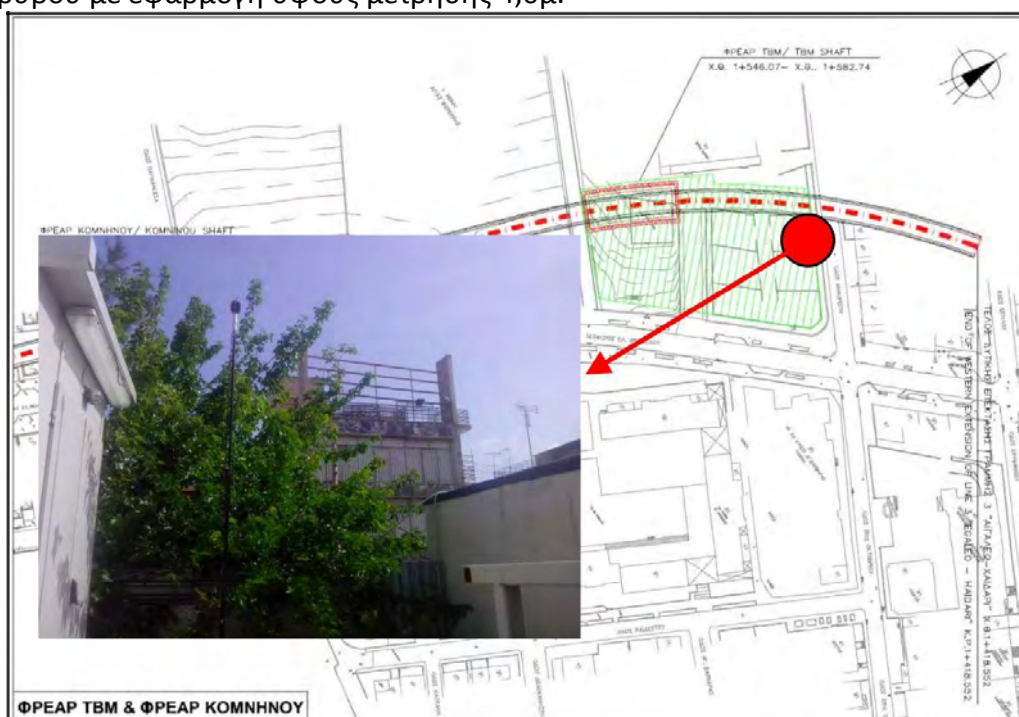
ΔΕΙΚΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	ΦΡΕΑΡ						
	TBM-KOMNHNΟΥ	Μ.ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ	ΠΙΣΙΔΙΑΣ	ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ	ΒΛΑΧΑΚΟΥ	ΜΕΛΑ	ΔΕΛΗΠΙΑΝΝΗ
Leq(1ης βάρδιας)	72,4	68,6	54,9	71,3	57,0	65,8	73,1
Leq(2ης βάρδιας)	73,1						
L _{night} (23.00-07.00)	72,2	64,4	43,7	68,2	46,5	54,3	70,6
L _{den}	77,8	72,6	56,8	75,9	58,9	65,6	77,8

ΔΕΙΚΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ				
	ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ	ΝΙΚΑΙΑ	ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ
Leq(1ης βάρδιας)	66,0	65,6	70,3	66,9	69,6
L _{night} (23.00-07.00)	61,9	53,8	66,3	63,7	64,8
L _{den}	69,8	64,4	74,4	70,8	72,7

5.1.4. Αποτελέσματα μετρήσεων Απριλίου 2015

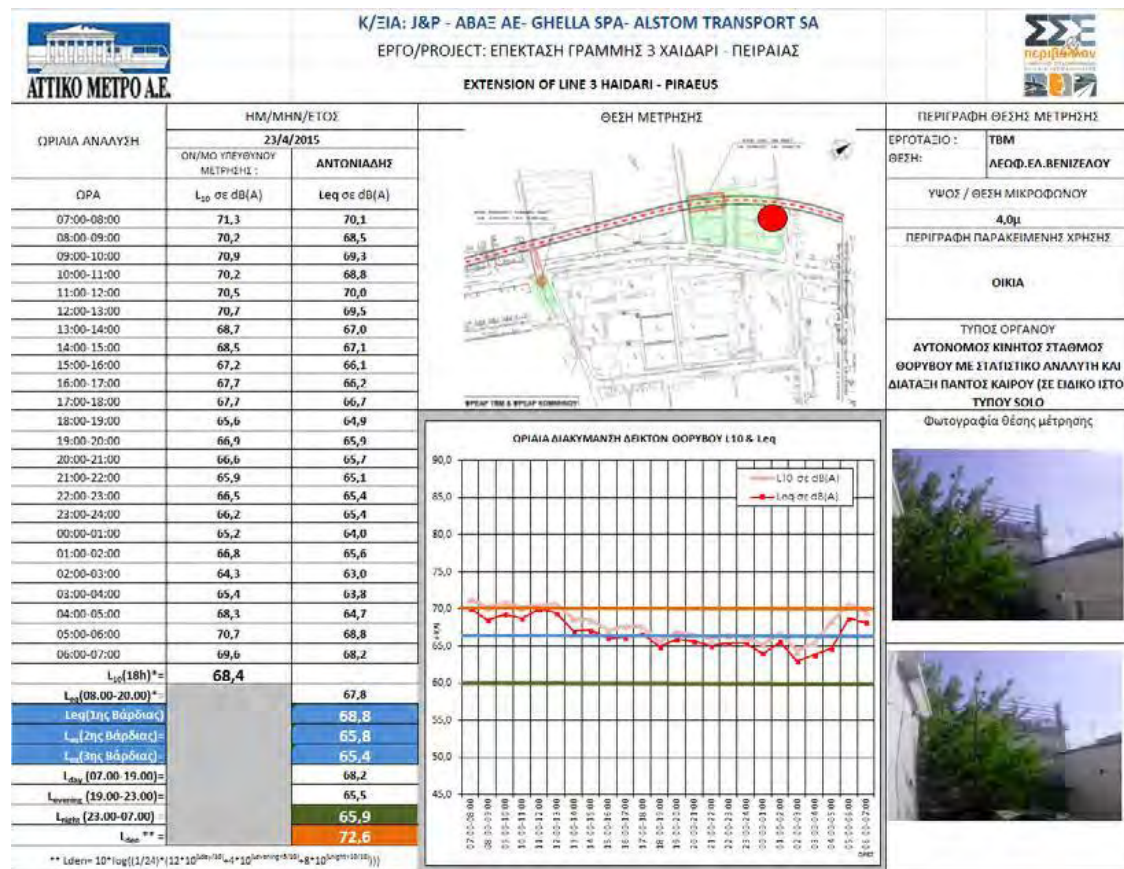
○ Εργοτάξιο «ΤΒΜ»

Στο σχήμα 5.4 και την φωτογραφική απεικόνιση στην συνέχεια παρουσιάζεται η θέση όπου πραγματοποιήθηκε η 24ωρη ακουστική μέτρηση, με τον ειδικό αυτοκινούμενο σταθμό περιβαλλοντικών ακουστικών μετρήσεων κατάλληλα διαμορφωμένο - ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.



Σχήμα 5.4 Εργοτάξιο «ΤΒΜ» - Θέση καταγραφής

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την **Πέμπτη 23/04/2015**. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, με ανάλυση για τις 3 βάρδιες του εργοταξίου δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



○ Εργοτάξιο «ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑ»

Στο σχήμα 5.5 και την φωτογραφική απεικόνιση στην συνέχεια παρουσιάζεται η θέση όπου πραγματοποιήθηκε η 24ωρη ακουστική μέτρηση, με τον ειδικό αυτοκινούμενο σταθμό περιβαλλοντικών ακουστικών μετρήσεων κατάλληλα διαμορφωμένο - ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.



Σχήμα 5.5 Εργοτάξιο «ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑ» - Θέση καταγραφής

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την **Πέμπτη 23/04/2015**. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



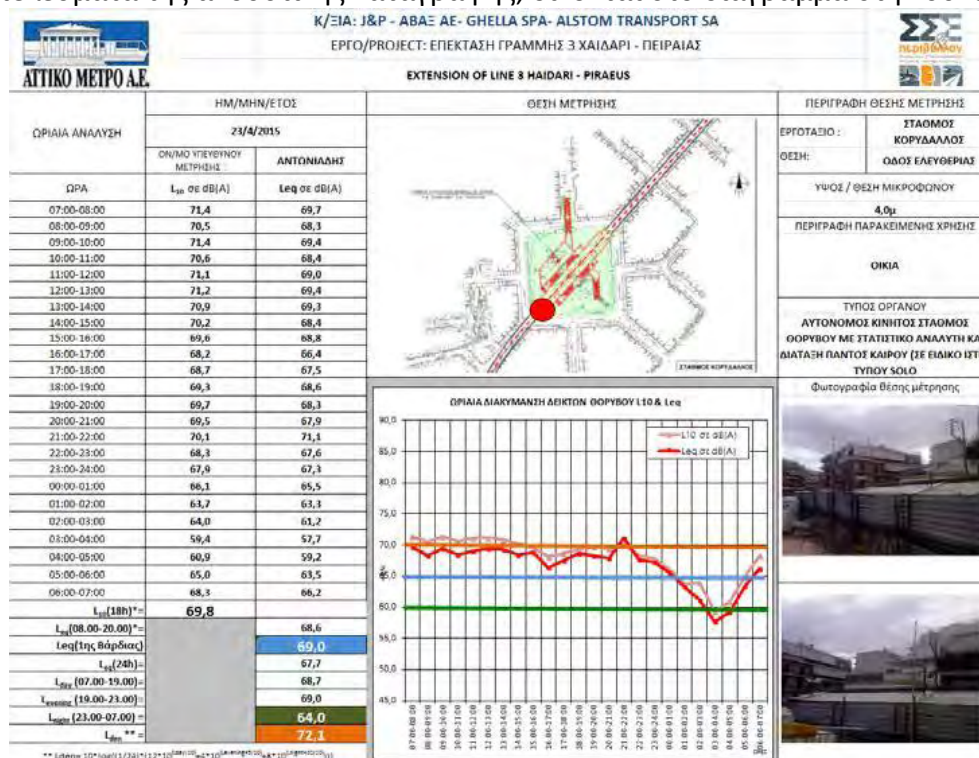
○ Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ»

Στο σχήμα 5.6 και την φωτογραφική απεικόνιση στην συνέχεια παρουσιάζεται η νέα θέση όπου πραγματοποιήθηκε η 24ωρη ακουστική μέτρηση, με τον ειδικό αυτοκινούμενο σταθμό περιβαλλοντικών ακουστικών μετρήσεων κατάλληλα διαμορφωμένο - ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.



Σχήμα 5.6 Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ» - Θέση καταγραφής

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την **Πέμπτη 23/04/2015**. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



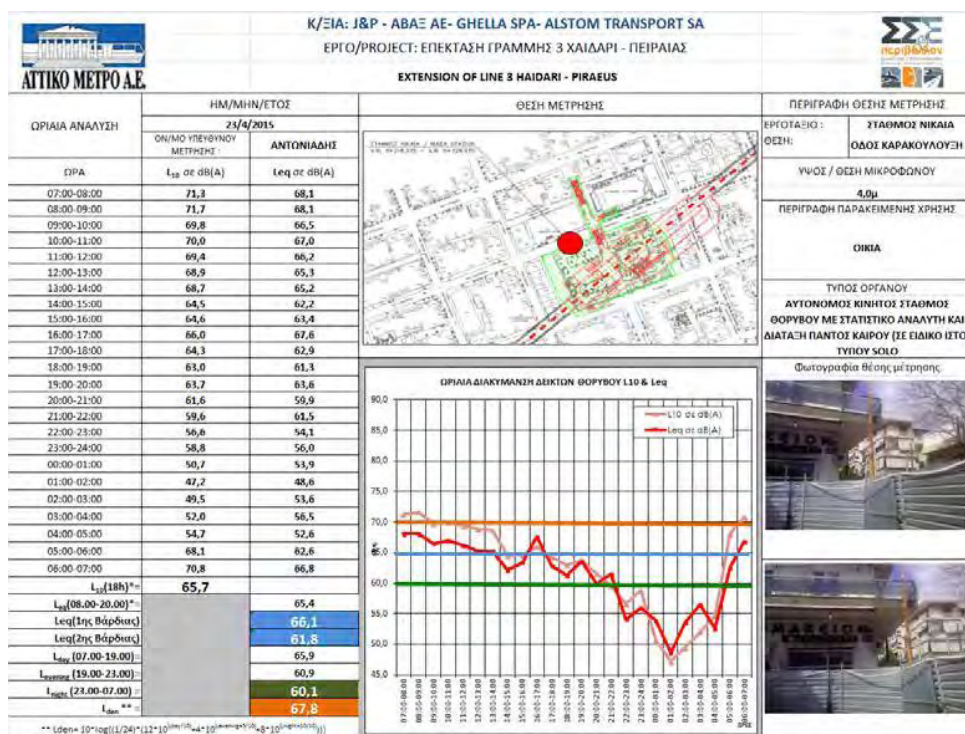
○ Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ»

Στο σχήμα 5.7 και την φωτογραφική απεικόνιση στην συνέχεια παρουσιάζεται η θέση όπου πραγματοποιήθηκε η 24ωρη ακουστική μέτρηση, με τον ειδικό αυτοκινούμενο σταθμό περιβαλλοντικών ακουστικών μετρήσεων κατάλληλα διαμορφωμένο - ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.



Σχήμα 5.7 Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ» - Θέση καταγραφής

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την **Πέμπτη 23/04/2015**. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



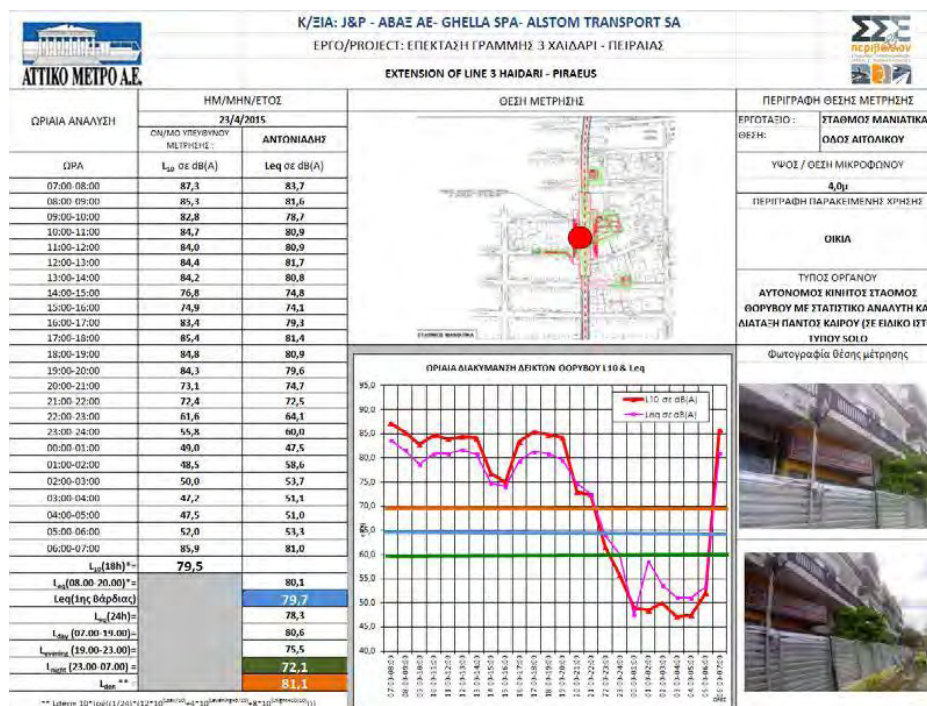
○ Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ»

Στο σχήμα 5.8 και την φωτογραφική απεικόνιση στην συνέχεια παρουσιάζεται η θέση όπου πραγματοποιήθηκε η 24ωρη ακουστική μέτρηση, με τον ειδικό αυτοκινούμενο σταθμό περιβαλλοντικών ακουστικών μετρήσεων κατάλληλα διαμορφωμένο - ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.



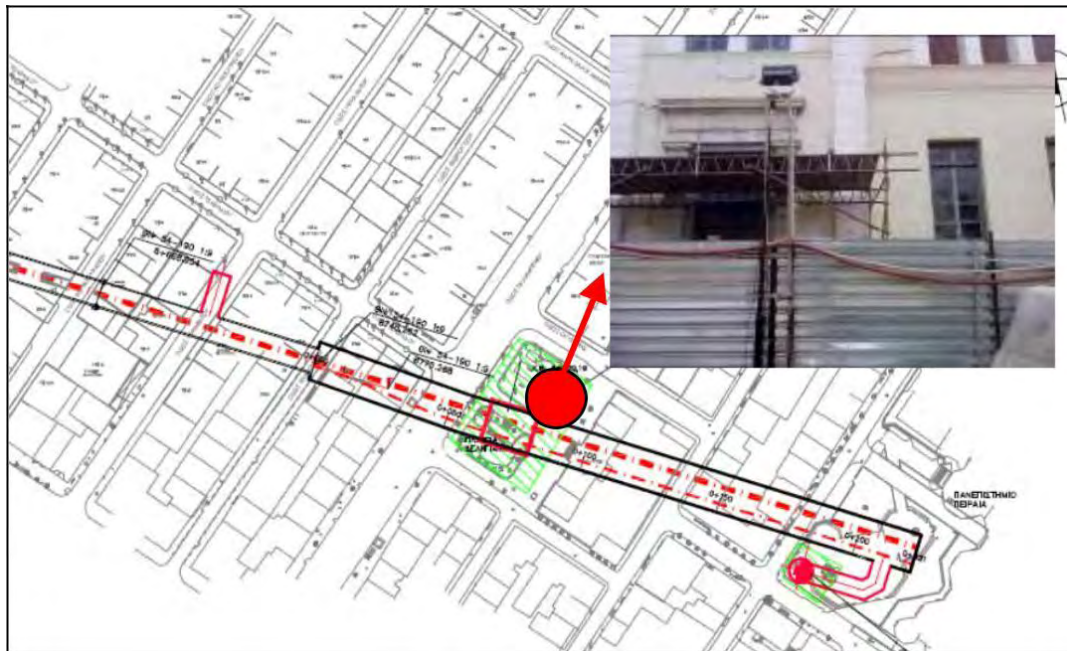
Σχήμα 5.8 Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ» - Θέση καταγραφής

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την **Πέμπτη 23/04/2015**. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



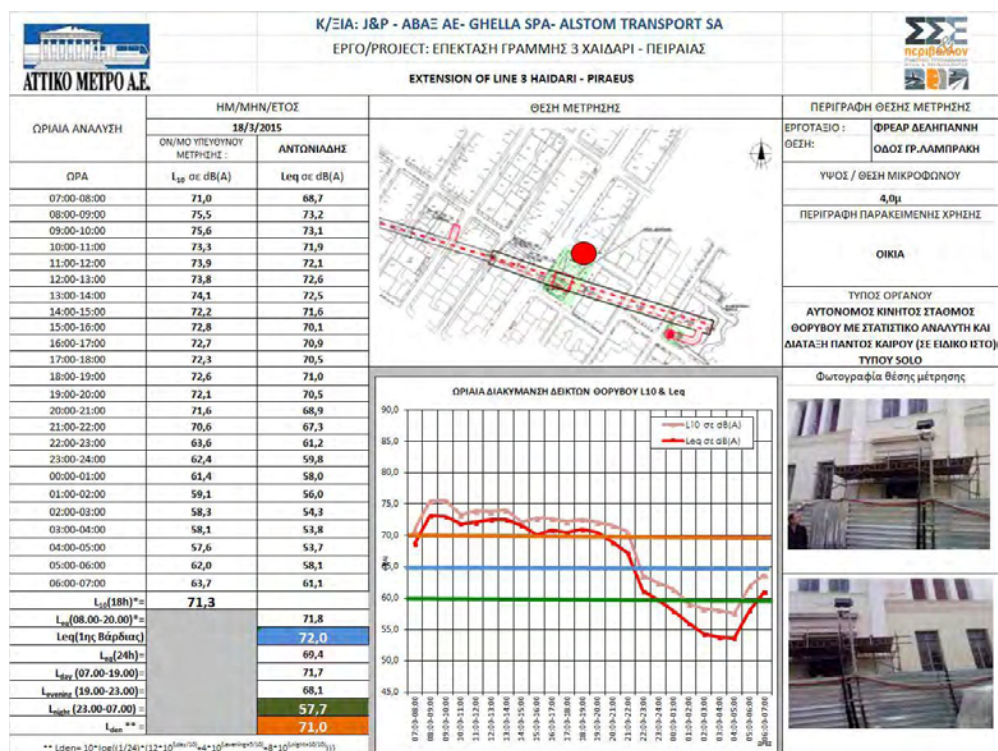
○ Εργοτάξιο <<ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ>>

Στο σχήμα 5.9 και την φωτογραφική απεικόνιση στην συνέχεια παρουσιάζεται η θέση όπου πραγματοποιήθηκε η 24ωρη ακουστική μέτρηση, με τον ειδικό αυτοκινούμενο σταθμό περιβαλλοντικών ακουστικών μετρήσεων κατάλληλα διαμορφωμένο - ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.



Σχήμα 5.9 Εργοτάξιο «ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ» - Θέση καταγραφής

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την **Τετάρτη 18/03/2015**. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



5.2 Μάιος 2015

5.2.1. Συστήματα συνεχούς παρακολούθησης στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ Leq

Πίνακας 5.3

Διακύμανση Leq 1ης Βάρδιας

Period start	Leq	Lmin	Lmax
27/4/2015 8:00	74,5	51,1	101,9
28/4/2015 8:00	72,5	52,6	91,7
29/4/2015 8:00	73,6	52,6	111,2
30/4/2015 8:00	68,9	51,4	92,3
2/5/2015 8:00	73,4	58,4	89,8
4/5/2015 8:00	75,0	57,1	89,6
5/5/2015 8:00	74,4	53,5	94,4
6/5/2015 8:00	66,4	52,1	96,7
7/5/2015 8:00	68,3	45,6	100,4
8/5/2015 8:00	73,7	51,1	90,2
9/5/2015 8:00	72,8	53,0	93,4
11/5/2015 8:00	73,7	52,5	102,2
12/5/2015 8:00	70,9	53,4	92,5
13/5/2015 8:00	70,0	48,3	99,0
14/5/2015 8:00	74,4	49,9	98,5
15/5/2015 8:00	72,9	50,9	99,8
16/5/2015 8:00	73,8	60,2	100,5
18/5/2015 8:00	70,9	52,4	96,9
19/5/2015 8:00	70,9	50,5	101,4
20/5/2015 8:00	69,5	50,3	93,8
21/5/2015 8:00	70,4	54,1	90,3
22/5/2015 8:00	73,4	57,0	88,9
23/5/2015 8:00	73,9	54,5	91,2
25/5/2015 8:00	72,5	54,1	89,5
26/5/2015 8:00	73,1	55	90,3
27/5/2015 8:00	74,3	53,2	91,3
28/5/2015 8:00	73,0	55,2	90,4
1η βάρδια Leq	72,3	53,0	95,1
<i>max</i>	75,0	60,2	111,2
<i>min</i>	66,4	45,6	88,9
<i>stdev=</i>	2,2	3,1	5,5

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι η συνεισφορά των εργοταξιακών δραστηριοτήτων του εργοταξίου Δημοτικού Θεάτρου είναι αξιολογήσιμη μιας και ανέρχεται στα 70,8 dB(A) (υπέρβαση) για την περίοδο της 1ης βάρδιας γεγονός το οποίο εφόσον συνεχίζει να εμφανίζεται στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Εδώ όμως θα πρέπει να σημειωθεί και η συνεχώς μειούμενη συνεισφορά του εργοταξίου με την πάροδο των μηνών και με την ταυτόχρονη υποβάθμιση του επιπέδου των επιφανειακών εργασιών.

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΤΑΞΙΑΡΧΕΣ Leq

Πίνακας 5.4

Διακύμανση Leq 1ης Βάρδιας

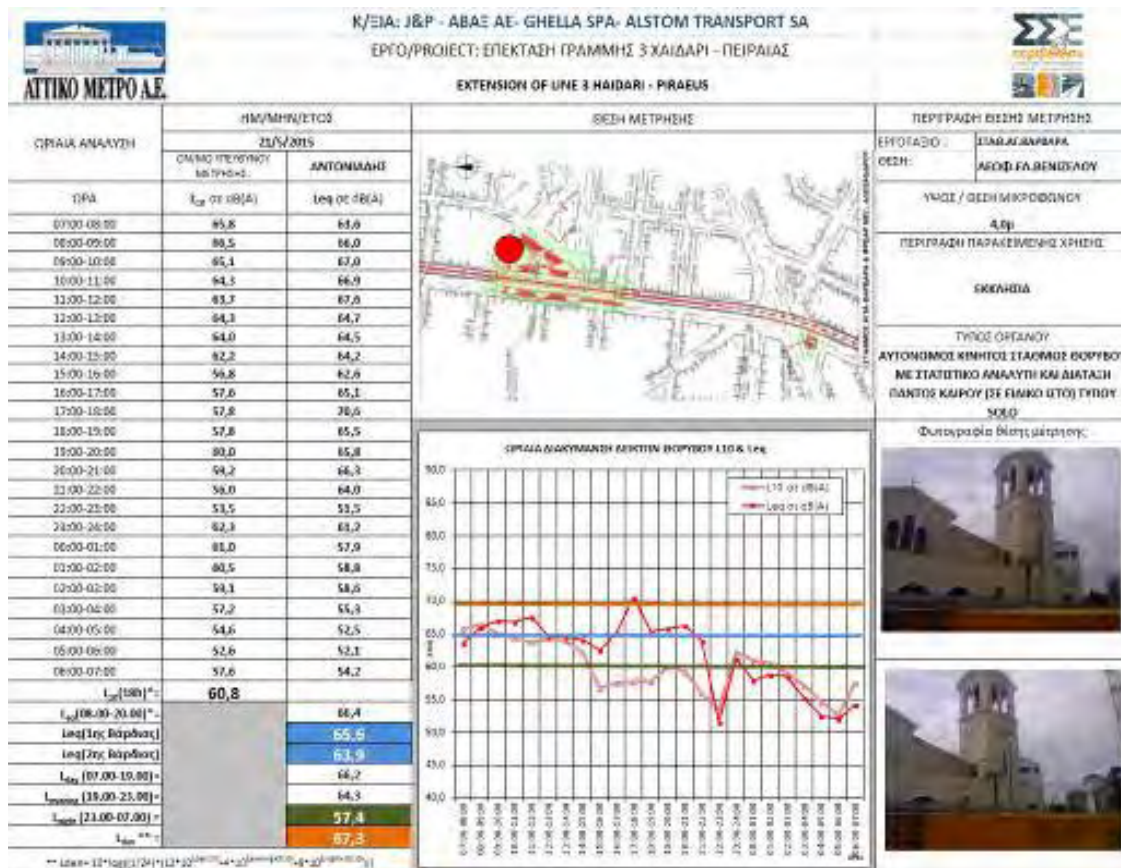
Period start	Leq	Lmin	Lmax
27/4/2015 8:00	73,7	50,3	101,1
28/4/2015 8:00	71,7	51,8	90,9
29/4/2015 8:00	72,8	51,8	110,4
30/4/2015 8:00	68,1	50,6	91,5
2/5/2015 8:00	72,6	57,6	89,0
4/5/2015 8:00	74,2	56,3	88,8
5/5/2015 8:00	73,6	52,7	93,6
6/5/2015 8:00	65,6	51,3	95,9
7/5/2015 8:00	67,5	44,8	99,6
8/5/2015 8:00	72,9	50,3	89,4
9/5/2015 8:00	72,0	52,2	92,6
11/5/2015 8:00	72,9	51,7	101,4
12/5/2015 8:00	70,1	52,6	91,7
13/5/2015 8:00	65,2	47,5	98,2
14/5/2015 8:00	73,6	49,1	97,7
15/5/2015 8:00	72,1	50,1	99,0
16/5/2015 8:00	72,7	51,1	96,0
18/5/2015 8:00	72,3	51,8	100,7
19/5/2015 8:00	70,5	51,2	101,0
20/5/2015 8:00	70,4	54,1	90,3
21/5/2015 8:00	73,4	57,0	88,9
22/5/2015 8:00	73,9	54,5	91,2
23/5/2015 8:00	69,6	52,0	94,8
25/5/2015 8:00	66,6	48,1	97,8
26/5/2015 8:00	70,2	47,6	94,5
27/5/2015 8:00	72,5	51,3	91,0
28/5/2015 8:00	72,5	52,0	97,0
1η βάρδια Leq	71,2	51,5	95,3
max	74,2	57,6	110,4
min	65,2	44,8	88,8
stdev=	2,6	2,8	5,2

5.2.2. Αποτελέσματα μετρήσεων Μαΐου 2015

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 21/05/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, με ανάλυση για τις 3 βάρδιες του εργοταξίου δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:

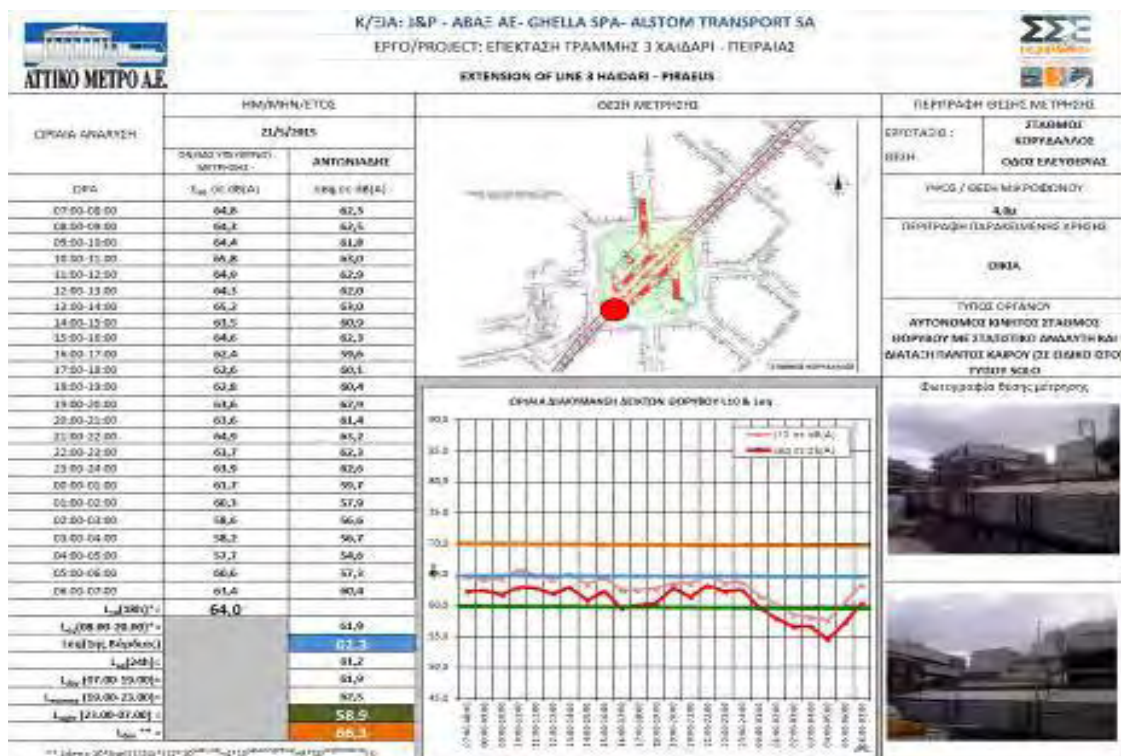


Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 21/05/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



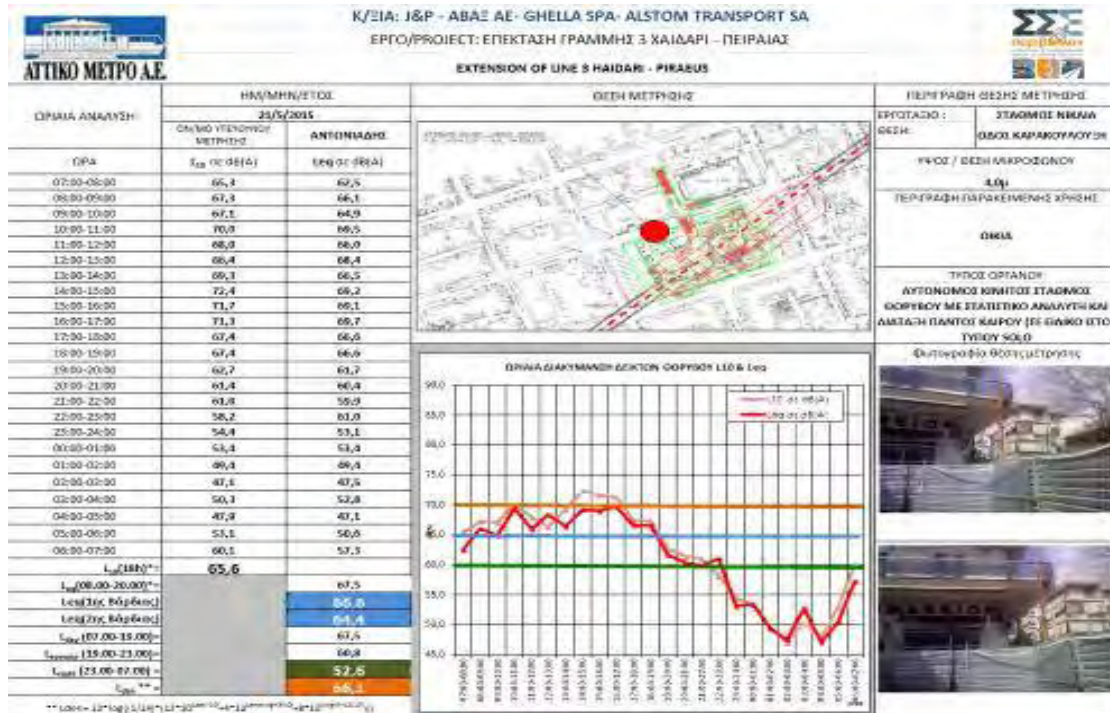
○ Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 21/05/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



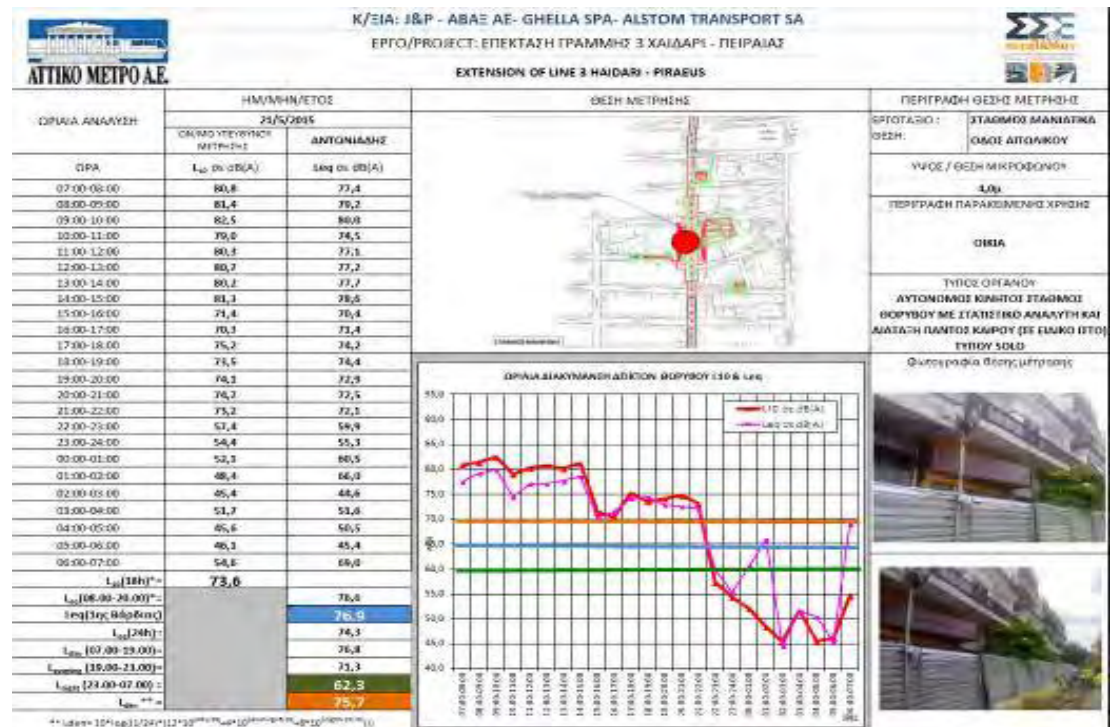
○ Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την Πέμπτη 21/05/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



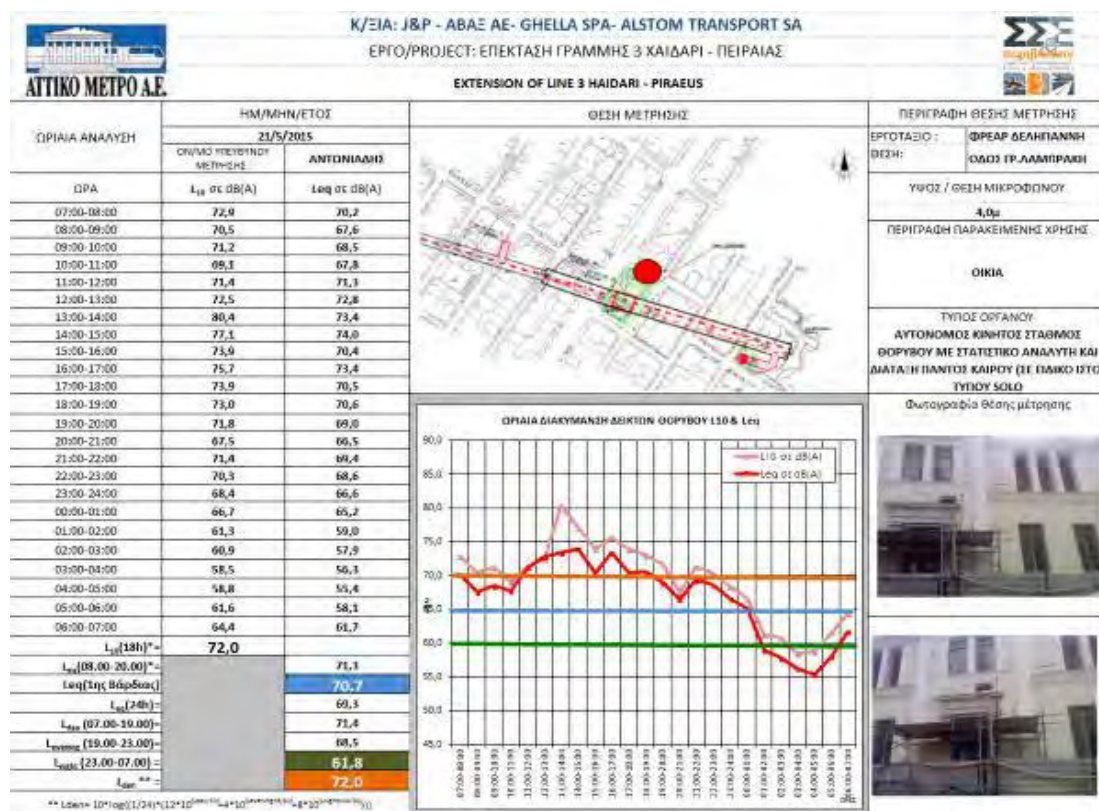
○ Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την Πέμπτη 21/05/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



○ Εργοτάξιο <<ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ>>

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την Πέμπτη 21/05/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



5.3 Ιούνιος 2015

5.3.1. Συστήματα συνεχούς παρακολούθησης στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά και στον Ιερό Ναό Ταξιαρχών Κορυδαλλού

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ Leq

Πίνακας 5.5

Διακύμανση Leq 1ης Βάρδιας

Period start	Leq	Lmin	Lmax
29/5/2015 8:00	70,0	54,1	91,9
30/5/2015 8:00	68,0	50,1	101,5
1/6/2015 8:00	66,7	48,9	91,8
2/6/2015 8:00	68,5	53,3	101,7
3/6/2015 8:00	66,5	52,6	90,1
4/6/2015 8:00	67,5	54,2	98,8
5/6/2015 8:00	68,6	54,9	95,7
6/6/2015 8:00	66,9	48,9	99,7
8/6/2015 8:00	67,6	52,3	91,6
9/6/2015 8:00	68,2	53,3	92,2
10/6/2015 8:00	69,7	53,6	94,9
1η βάρδια Leq	68,0	52,4	95,4
max	70,0	54,9	101,7
min	66,5	48,9	90,1
stdev=	1,1	2,1	4,3

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι η συνεισφορά των εργοταξιακών δραστηριοτήτων του εργοταξίου Δημοτικού Θεάτρου είναι είναι μη αξιολογήσιμη σημαντικά χαμηλότερη των 65 db(A) για την περίοδο της 1ης βάρδιας γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ ΤΑΞΙΑΡΧΕΣ Leq

Πίνακας 5.6

Διακύμανση Leq 1ης Βάρδιας

Period start	Leq	Lmin	Lmax
29/5/2015 8:00	65	45,3	81,6
30/5/2015 8:00	58,4	46,3	86,9
1/6/2015 8:00	56,9	46,2	78,1
2/6/2015 8:00	71,1	48,2	90,8
3/6/2015 8:00	67,5	45,5	90,7
4/6/2015 8:00	67,5	47	88,9
5/6/2015 8:00	70	45,6	88,4
6/6/2015 8:00	59,8	46,5	82,7
8/6/2015 8:00	70,1	45,4	86
9/6/2015 8:00	68,4	47,2	86,9
10/6/2015 8:00	58,9	45,7	87,6
1η βάρδια Leq	64,9	46,3	86,2
<i>max</i>	71,1	48,2	90,8
<i>min</i>	56,9	45,3	78,1
<i>stdev=</i>	5,3	0,9	3,9

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι η συνεισφορά των εργοταξιακών δραστηριοτήτων του εργοταξίου Ταξιαρχών είναι μη αξιολογήσιμη σημαντικά χαμηλότερη των 65 db(A) για την περίοδο της 1ης βάρδιας γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

5.3.2. Αποτελέσματα μετρήσεων Ιουνίου 2015

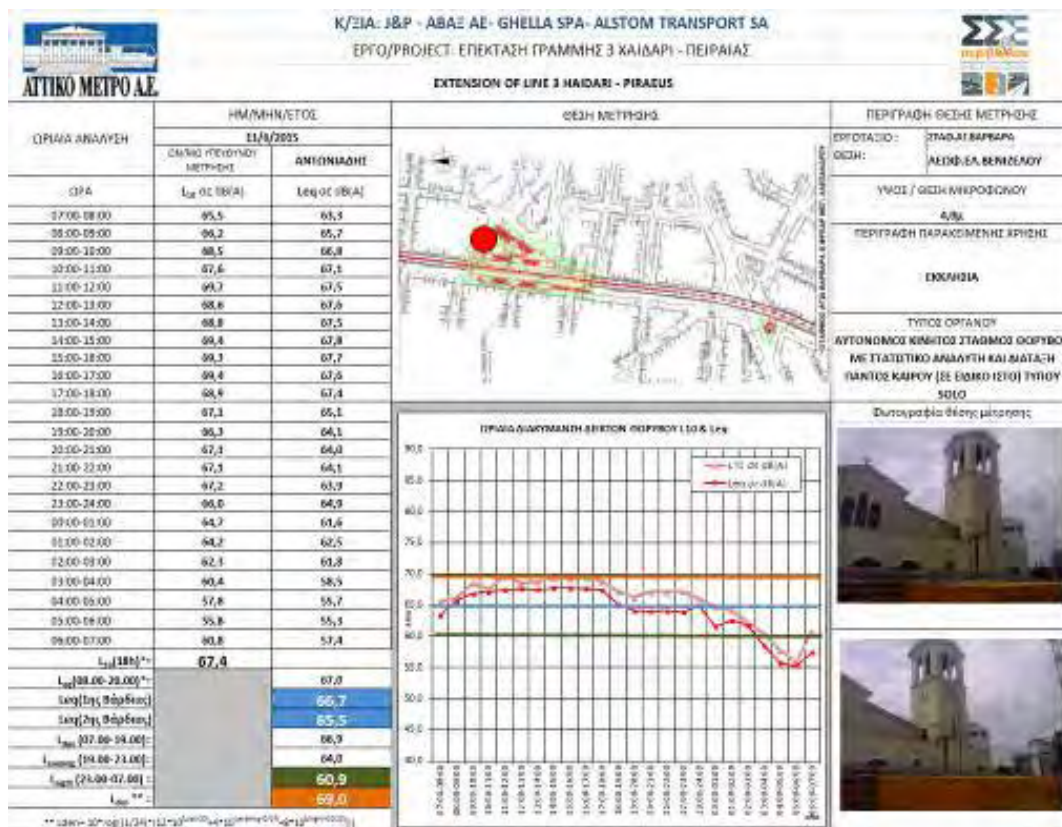
○ Εργοτάξιο «TBM»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 11/06/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, με ανάλυση για τις 3 βάρδιες του εργοταξίου δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



○ Εργοτάξιο «ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 11/06/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



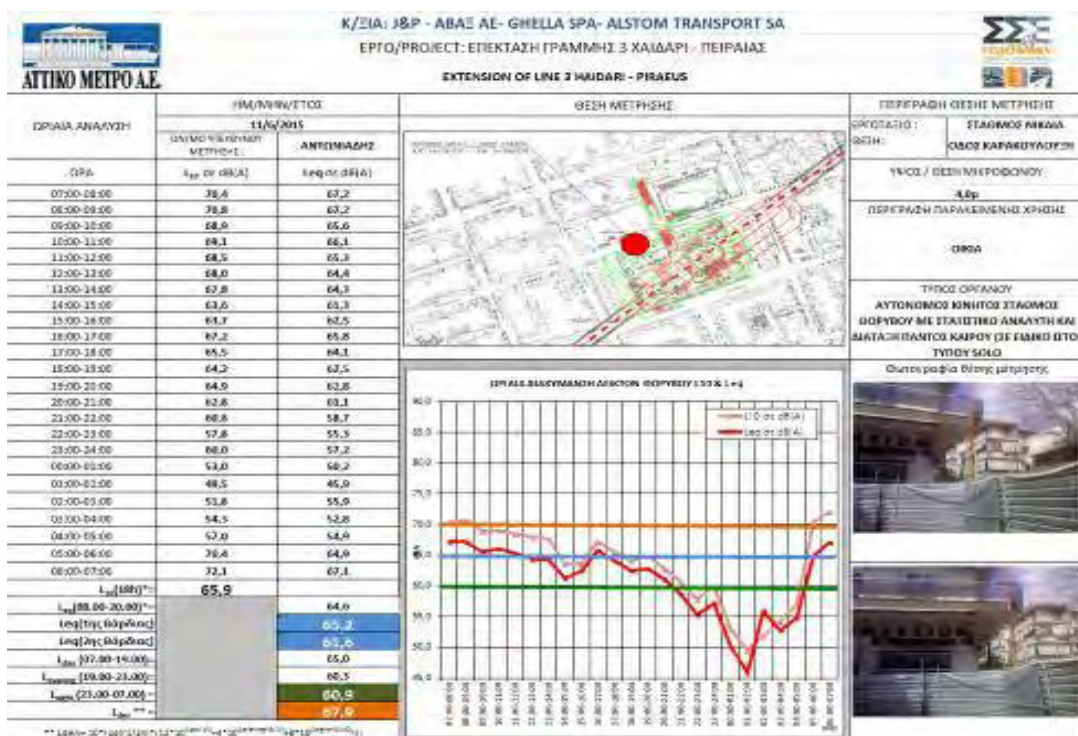
○ Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 11/06/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



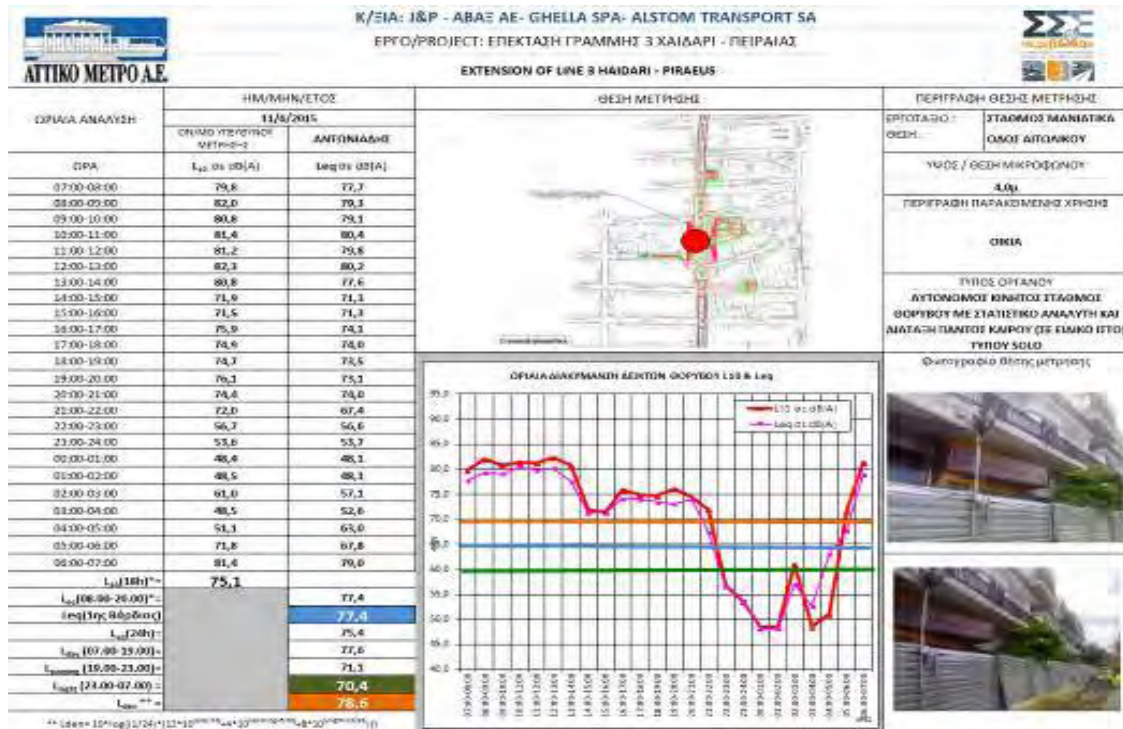
○ Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέσθηκε, την Πέμπτη 11/06/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



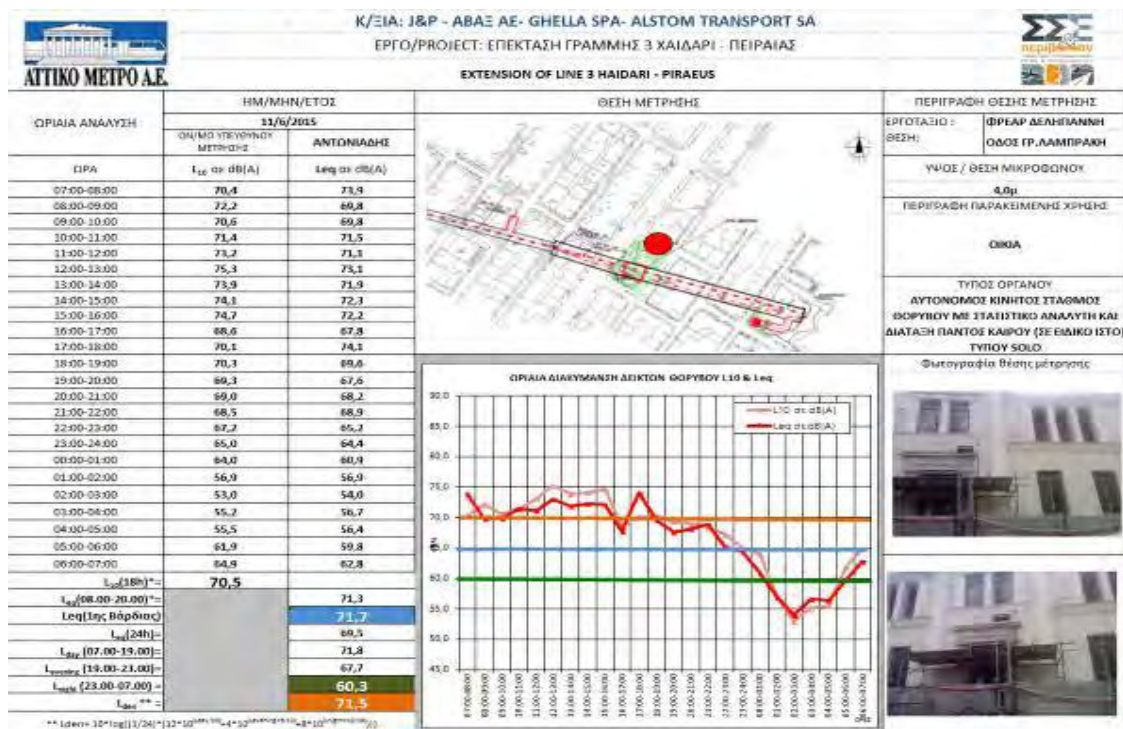
○ Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ»

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την Πέμπτη 11/06/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



○ Εργοτάξιο <<ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ>>

Η 24ωρη ακουστική μέτρηση εκτελέστηκε, την Τετάρτη 11/06/2015. Τα σχετικά αποτελέσματα της ακουστικής καταγραφής, δίνονται στο διάγραμμα στην συνέχεια:



6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

6.1. Αποτελέσματα Προγράμματος Απρίλιος - Μάιος - Ιούνιος 2015

6.1.1. Αξιολόγηση Απρίλιος 2015

- **Εργοτάξιο «TBM»:** Με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης (μηδενική λειτουργία εργοταξίου) - πριν την έναρξη λειτουργίας του εργοταξίου - καθώς επίσης και με την επικαιροποίηση της μέτρησης του Θορύβου Βάθους η οποία πραγματοποιήθηκε στο παρόν πρόγραμμα η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 72,5 έως 73,8 dB(A). Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - **από 67,0 έως 70,1 dB(A), με μέση τιμή = 68,8 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Στο παρόν εργοτάξιο – όπως αναλύθηκε ανωτέρω - έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 66,8 έως και 74,8 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 64,9 έως και 66,7 dB(A), με μέση τιμή = 65,8 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Τέλος για το παρόν εργοτάξιο έγινε και ανάλυση της βραδινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 65,5 έως και 74,1 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της βραδινής βάρδιας – **από 63,0 έως και 68,8 dB(A), με μέση τιμή = 65,4 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση

των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- **Εργοτάξιο «ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 67,4 έως 69,2 dB(A). Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας από **67,7 έως 71,6 dB(A), με μέση τιμή = 70,1 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - με στάθμη θορύβου από **56,0 έως 67,9 dB(A), με μέση τιμή = 64,9 dB(A)** - γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 68,8 έως και 71,4 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – από **53,7 έως και 77,5 dB(A), με μέση τιμή = 68,5 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A), με εξαίρεση μια σημειακή υπέρβαση στο όριο του L_{max} , της στάθμης L_{eq}** γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- **Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 69,6 έως 70,2 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από **68,3 έως 69,7 dB(A), με μέση τιμή = 69,0 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq}** γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές.

- **Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 66,2 έως 67,2 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από **62,2 έως 68,1 dB(A), με μέση τιμή = 66,1 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq}** γεγονός το

οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 60,5 έως και 66,9 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 54,1 έως και 67,6 dB(A), με μέση τιμή = 61,8 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης Leq γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- **Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 68,9 έως 71,3 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – **από 74,8 έως 83,7 dB(A), με μέση τιμή = 80,4 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών , που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, με στάθμη θορύβου **από 73,5 έως 83,4 dB(A), με μέση τιμή = 80,0 dB(A)** - γεγονός το οποίο στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 70,5 έως και 72,4 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 64,1 έως και 81,4 dB(A), με μέση τιμή = 75,8 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών , που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, με στάθμη θορύβου **από 64,1 έως 80,8 dB(A), με μέση τιμή = 74,0 dB(A)** - γεγονός το οποίο στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές.

- **Εργοτάξιο «ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 71,9 έως 74,0 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – **από 68,2 έως 76,4 dB(A), με μέση τιμή = 73,4 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - με στάθμη θορύβου **από 68,2 έως 72,6 dB(A), με μέση τιμή = 62,0**

dB(A) - γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

6.1.2. Αξιολόγηση Μάιος 2015

- **Εργοτάξιο «TBM»:** Με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης (μηδενική λειτουργία εργοταξίου) - πριν την έναρξη λειτουργίας του εργοταξίου - καθώς επίσης και με την επικαιροποίηση της μέτρησης του Θορύβου Βάθους η οποία πραγματοποιήθηκε στο παρόν πρόγραμμα η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 72,5 έως 73,8 dB(A). Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - **από 61,4 έως 68,7 dB(A), με μέση τιμή = 62,6 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο **δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.** Στο παρόν εργοτάξιο – όπως αναλύθηκε ανωτέρω - έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 66,8 έως και 74,8 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 60,6 έως και 69,2 dB(A), με μέση τιμή = 63,2 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο **δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.** Τέλος για το παρόν εργοτάξιο έγινε και ανάλυση της βραδινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 65,5 έως και 74,1 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της βραδινής βάρδιας – **από 60,6 έως και 63,4 dB(A), με μέση τιμή = 61,6 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο **δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.**

- **Εργοτάξιο «ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 67,4 έως 69,2 dB(A). Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας από **63,6 έως 67,6 dB(A), με μέση τιμή = 65,6 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 68,8 έως και 71,4 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – από **51,5 έως και 70,6 dB(A), με μέση τιμή = 63,9 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A), με εξαίρεση μια σημειακή υπέρβαση στο όριο του L_{max}** , της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.
- **Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 69,6 έως 70,2 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από **60,9 έως 63,0 dB(A), με μέση τιμή = 62,3 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές.
- **Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 66,2 έως 67,2 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από **62,5 έως 69,5 dB(A), με μέση τιμή = 66,6 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων, παρά μόνο οριακή υπέρβαση στην maximum τιμή, και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση

ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 60,5 έως και 66,9 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 59,9 έως και 69,7 dB(A), με μέση τιμή = 64,4 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης Leq γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων, παρά μόνο οριακή υπέρβαση στην maximum τιμή, και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- **Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 68,9 έως 71,3 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – **από 74,5 έως 80,0 dB(A), με μέση τιμή = 77,7 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών , που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, με στάθμη θορύβου από 73,1 έως 79,4 dB(A), με μέση τιμή = 77,2 dB(A) - γεγονός το οποίο στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 70,5 έως και 72,4 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 59,9 έως και 74,0 dB(A), με μέση τιμή = 71,0 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών , που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, , σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης Leq γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων, παρά μόνο οριακή υπέρβαση στην maximum τιμή, και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- **Εργοτάξιο «ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 71,9 έως 74,0 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη Leq κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – **από 67,6 έως 74,0 dB(A), με μέση τιμή = 70,7 dB(A).** Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - , **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης Leq γεγονός το

οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

6.1.3. Αξιολόγηση Ιούνιος 2015

- ☞ **Εργοτάξιο «TBM»:** Με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης (μηδενική λειτουργία εργοταξίου) - πριν την έναρξη λειτουργίας του εργοταξίου - καθώς επίσης και με την επικαιροποίηση της μέτρησης του Θορύβου Βάθους η οποία πραγματοποιήθηκε στο παρόν πρόγραμμα η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 72,5 έως 73,8 dB(A). Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - **από 65,6 έως 68,7 dB(A), με μέση τιμή = 67,4 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Στο παρόν εργοτάξιο – όπως αναλύθηκε ανωτέρω - έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 66,8 έως και 74,8 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 63,3 έως και 65,1 dB(A), με μέση τιμή = 64,2 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Τέλος για το παρόν εργοτάξιο έγινε και ανάλυση της βραδινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 65,5 έως και 74,1 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της βραδινής βάρδιας – **από 61,1 έως και 66,9 dB(A), με μέση τιμή = 63,7 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση

των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- **Εργοτάξιο «ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 67,4 έως 69,2 dB(A). Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας από **63,3 έως 67,8 dB(A), με μέση τιμή = 66,7 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A), με εξαίρεση μια σημειακή υπέρβαση στο όριο του L_{max} , της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.** Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 68,8 έως και 71,4 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – από **63,9 έως και 67,5 dB(A), με μέση τιμή = 65,5 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.**

- **Εργοτάξιο «ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 69,6 έως 70,2 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από **67,9 έως 69,3 dB(A), με μέση τιμή = 68,6 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A) της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές.**

- **Εργοτάξιο «ΝΙΚΑΙΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάθους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 66,2 έως 67,2 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από **61,3 έως 67,2 dB(A), με μέση τιμή = 65,2 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών

λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **σημαντικά χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάρδους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 60,5 έως και 66,9 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 55,3 έως και 65,8 dB(A), με μέση τιμή = 61,6 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **χαμηλότερη των 65 dB(A)** της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

- ➔ **Εργοτάξιο «ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάρδους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 68,9 έως 71,3 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – **από 71,3 έως 80,4 dB(A), με μέση τιμή = 78,2 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών, που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, με στάθμη θορύβου **από 67,6 έως 79,8 dB(A), με μέση τιμή = 77,4 dB(A)** - γεγονός το οποίο στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων και συνεπώς διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, εφόσον βέβαια αυτό διαπιστωθεί και στις επόμενες μηνιαίες καταγραφές. Για το παρόν εργοτάξιο έγινε και αξιολόγηση της απογευματινής βάρδιας όπου η διακύμανση του υπάρχοντος θορύβου βάρδους αξιολογήθηκε - για την περίοδο αυτή - από 70,5 έως και 72,4 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq} κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για την περίοδο της απογευματινής βάρδιας – **από 56,6 έως και 74,1 dB(A), με μέση τιμή = 70,5 dB(A)**. Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών, -που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες, **χαμηλότερη των 65 dB(A), με οριακή υπέρβαση της μέγιστης τιμής**, της στάθμης L_{eq} γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.
- ➔ **Εργοτάξιο «ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ»:** Η συμμετοχή του υπάρχοντος θορύβου βάρδους αξιολογήθηκε - για την περίοδο της ημερήσιας βάρδιας - από 71,9 έως 74,0 dB(A) περίπου. Στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, η στάθμη L_{eq}

κυμάνθηκε – σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανωτέρω για περίοδο της ημερήσιας βάρδιας – από 69,8 έως 73,9 dB(A), με μέση τιμή = 71,7 dB(A).). Η συνδυασμένη αυτή στάθμη υποδεικνύει συμμετοχή των εργοταξιακών λειτουργιών με στάθμη θορύβου - που οφείλεται αποκλειστικά στις ανωτέρω εργασίες - με στάθμη θορύβου από 65,2 έως 72,2 dB(A), με μέση τιμή = 68,5 dB(A) - γεγονός το οποίο δεν στοιχειοθετεί υπέρβαση των σχετικών ορίων, με οριακή υπέρβαση της μέγιστης τιμής , και συνεπώς δεν διαπιστώνεται η άμεση ανάγκη λήψης των προβλεπόμενων μέτρων, γεγονός το οποίο θα επανεξετασθεί στην επόμενη μηνιαία καταγραφή.

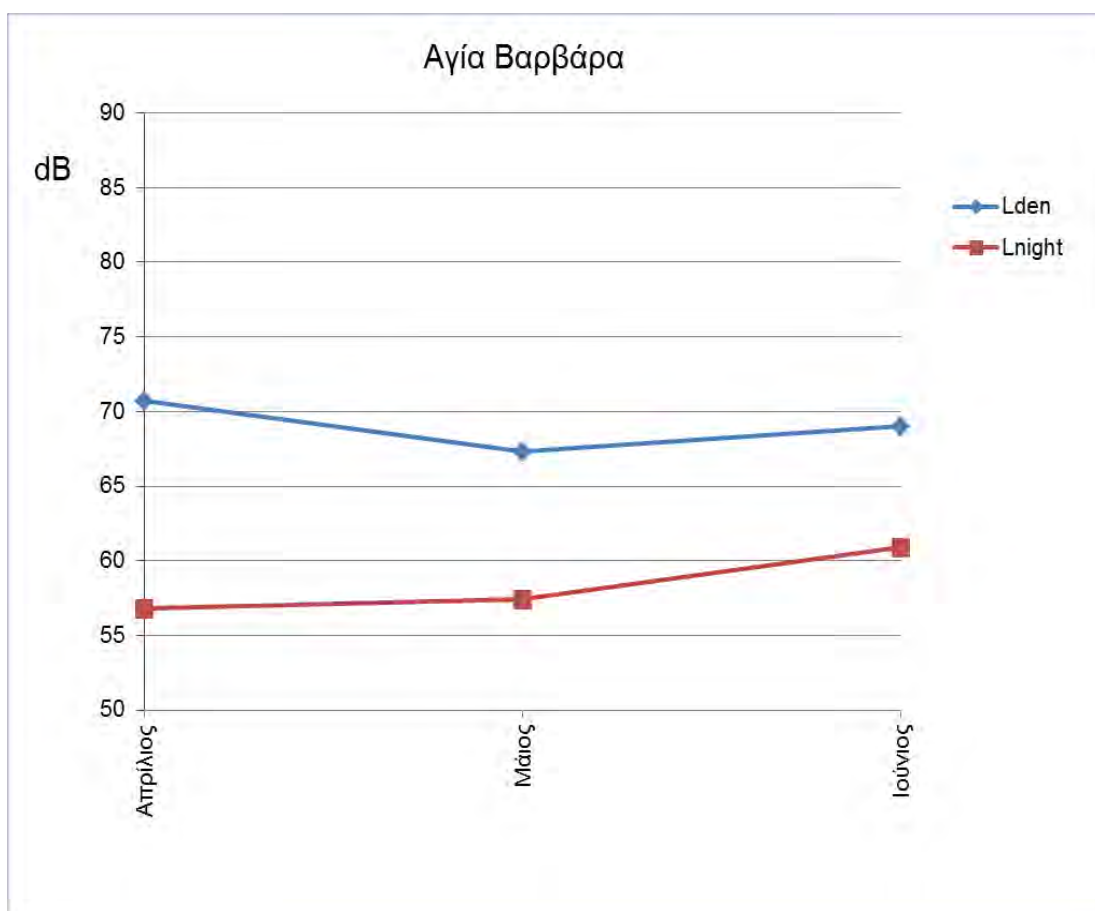
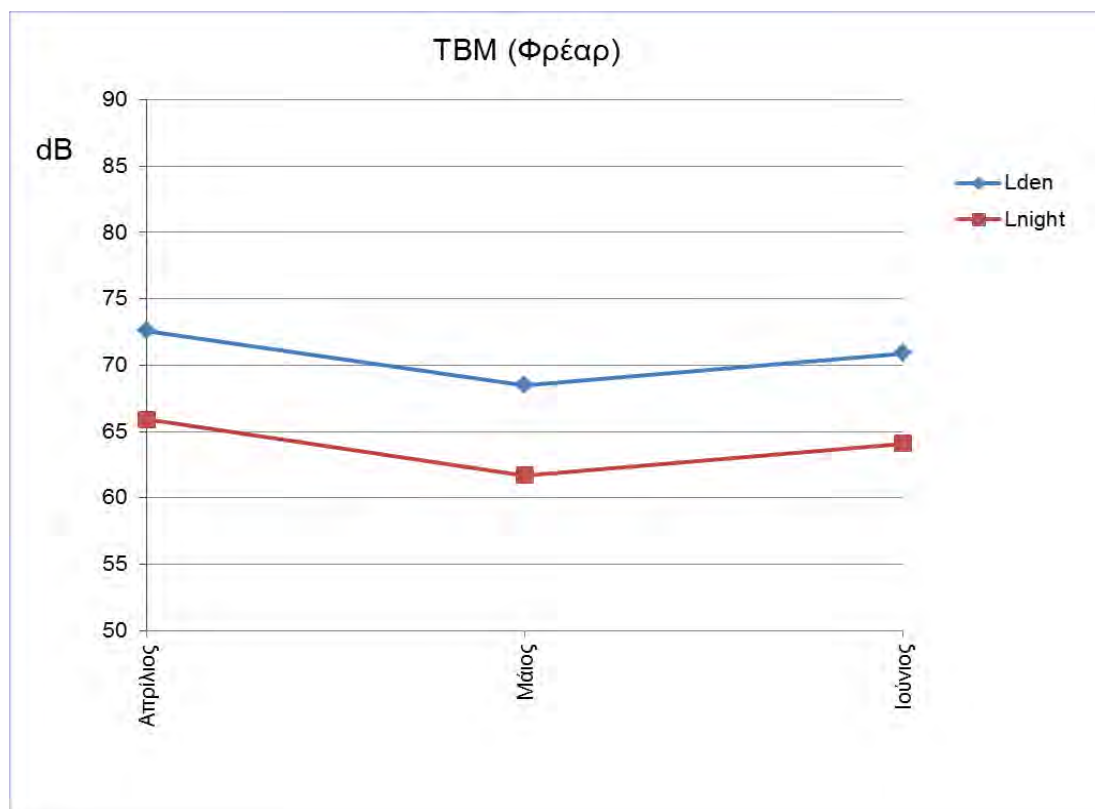
6.2. Έκθεση Αποτελεσμάτων για τα έτη 2015, 2016 και 2017 – Συμπεράσματα

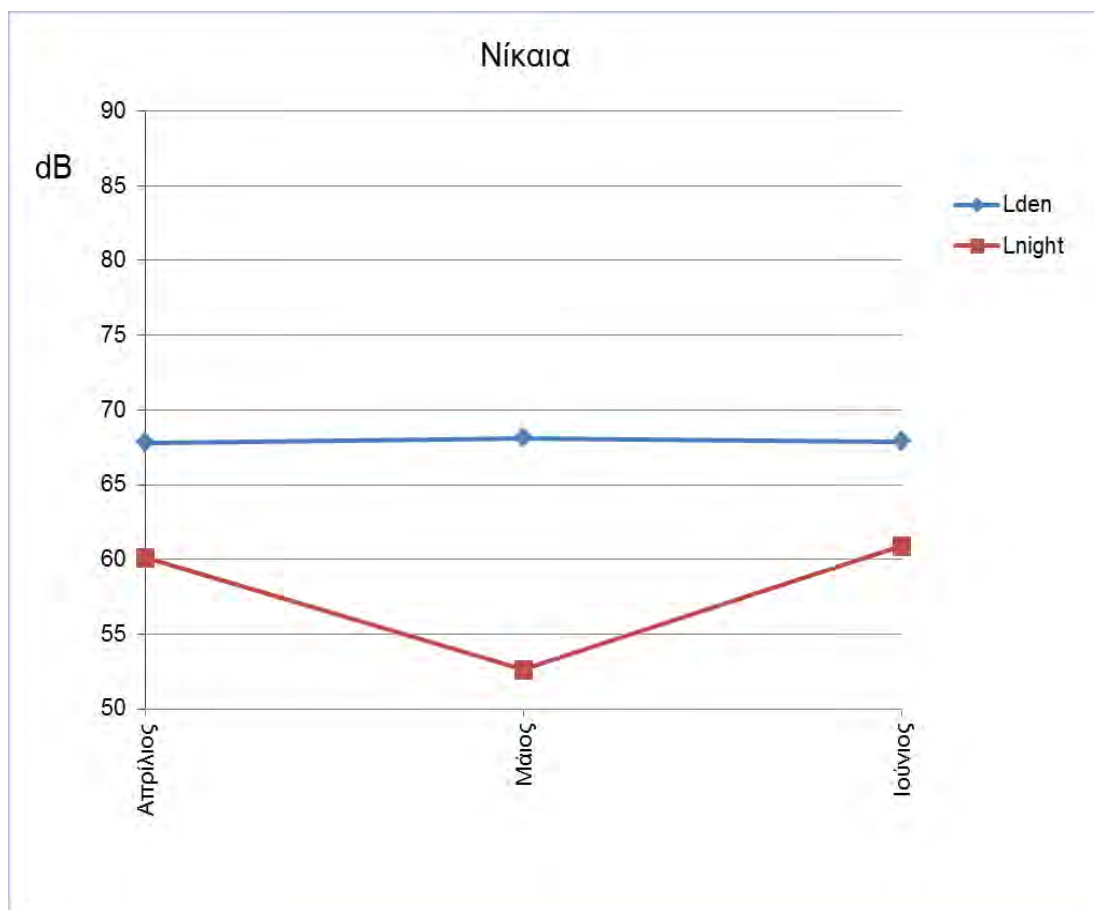
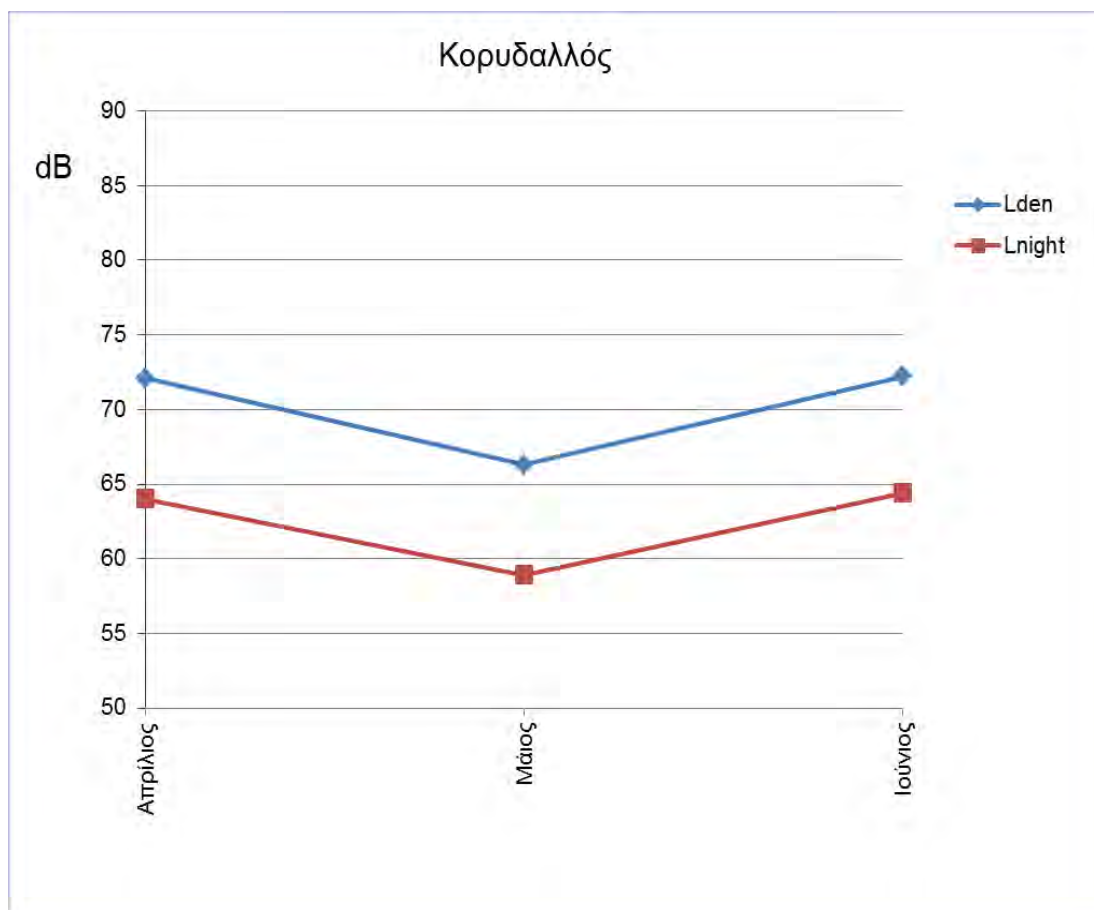
6.2.1. Γραφική Απεικόνιση Β' τριμήνου 2015

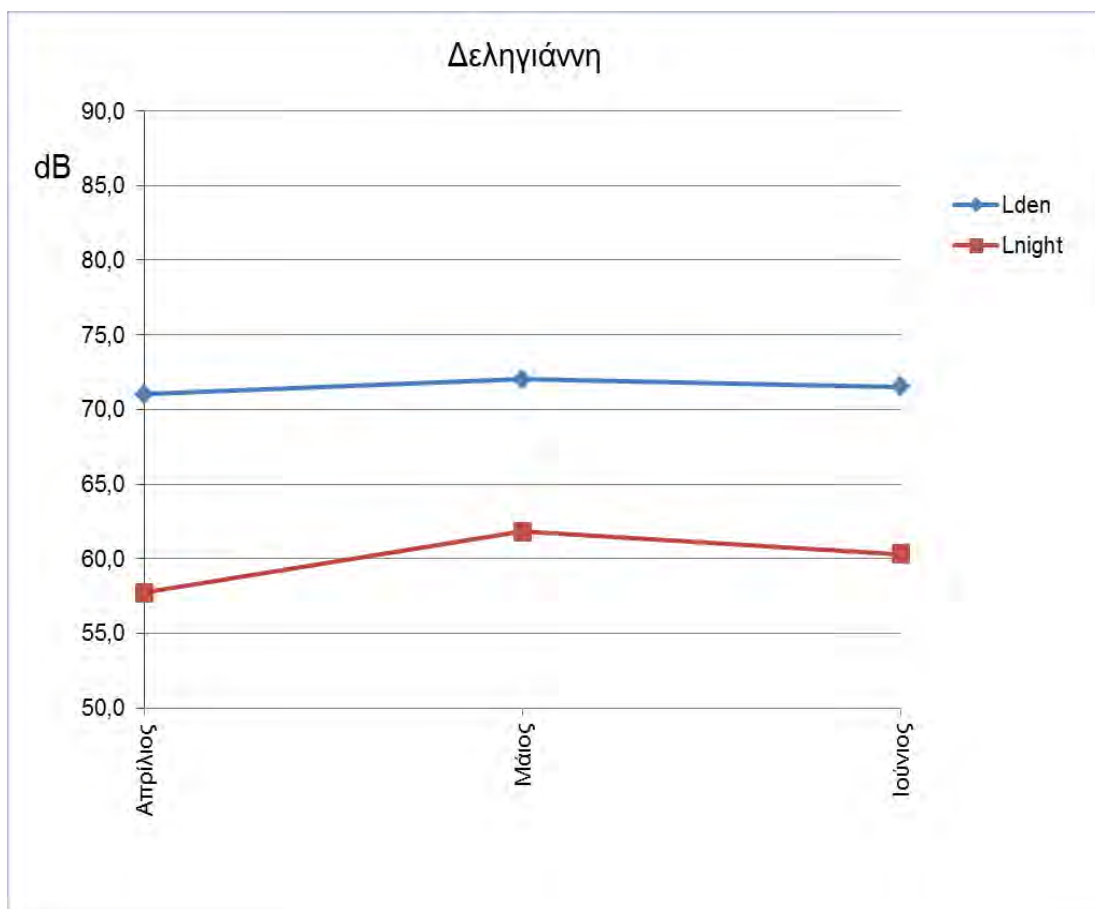
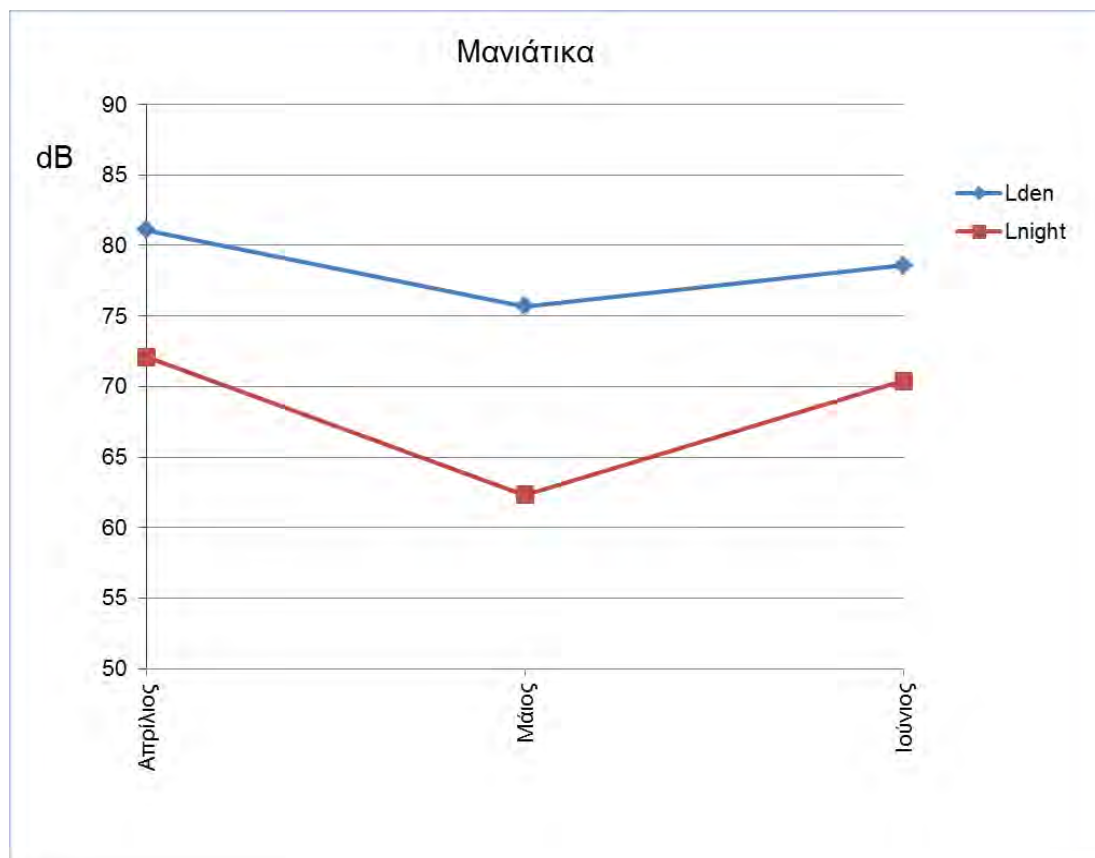
Στον πίνακα 6.1 φαίνονται οι μετρήσεις των δεικτών L_{den} , L_{night} κατά το Β' τρίμηνο 2015 και στη συνέχεια η γραφική απεικόνιση της εξέλιξης των τιμών των δεικτών στα κάτωθι εργοτάξια.

TBM (Φρέαρ) 2015			
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
L_{den}	72,6	68,5	70,9
L_{night}	65,9	61,7	64,1
Αγία Βαρβάρα 2015			
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
L_{den}	70,7	67,3	69,0
L_{night}	56,8	57,4	60,9
Κορυδαλλός 2015			
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
L_{den}	72,1	66,3	72,2
L_{night}	64,0	58,9	64,4
Νίκαια 2015			
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
L_{den}	67,8	68,1	67,9
L_{night}	60,1	52,6	60,9
Μανιάτικα 2015			
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
L_{den}	81,1	75,7	78,6
L_{night}	72,1	62,3	70,4
Δεληγιάννη (Φρέαρ) 2015			
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
L_{den}	71,0	72,0	71,5
L_{night}	57,7	61,8	60,3

Πίνακας 6.1





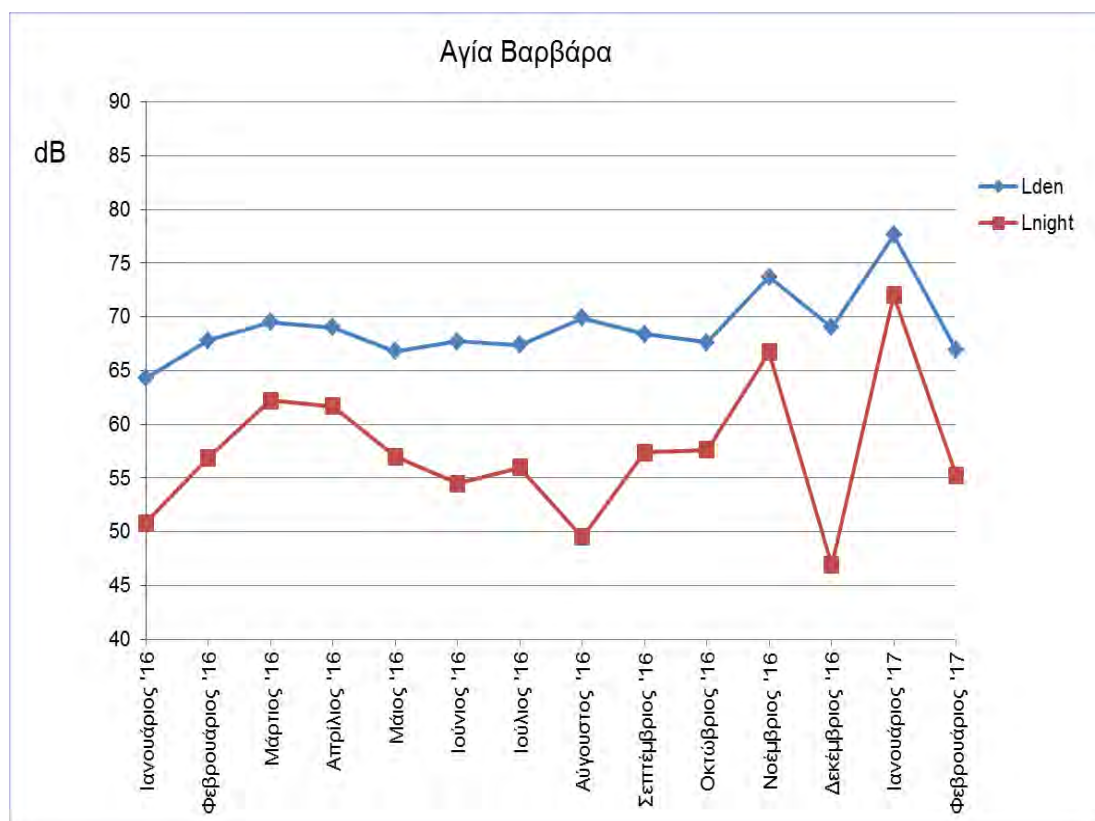


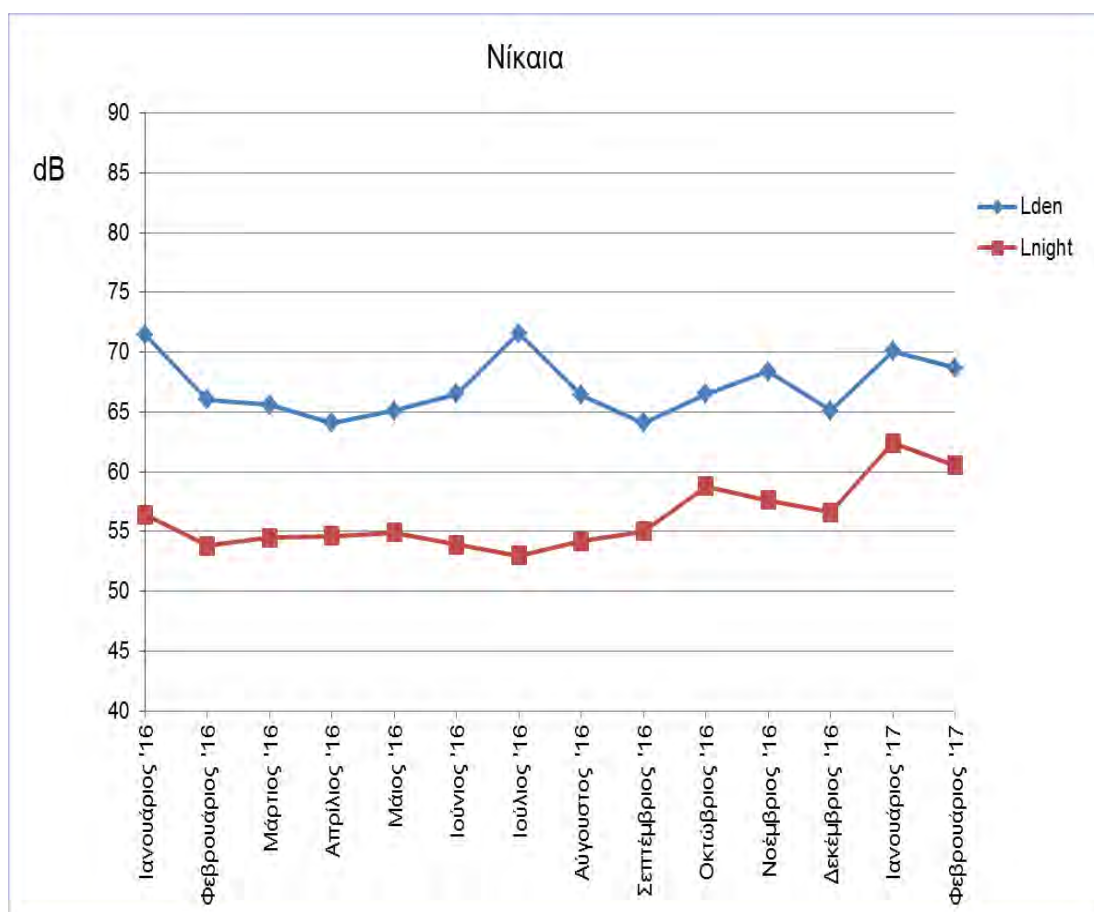
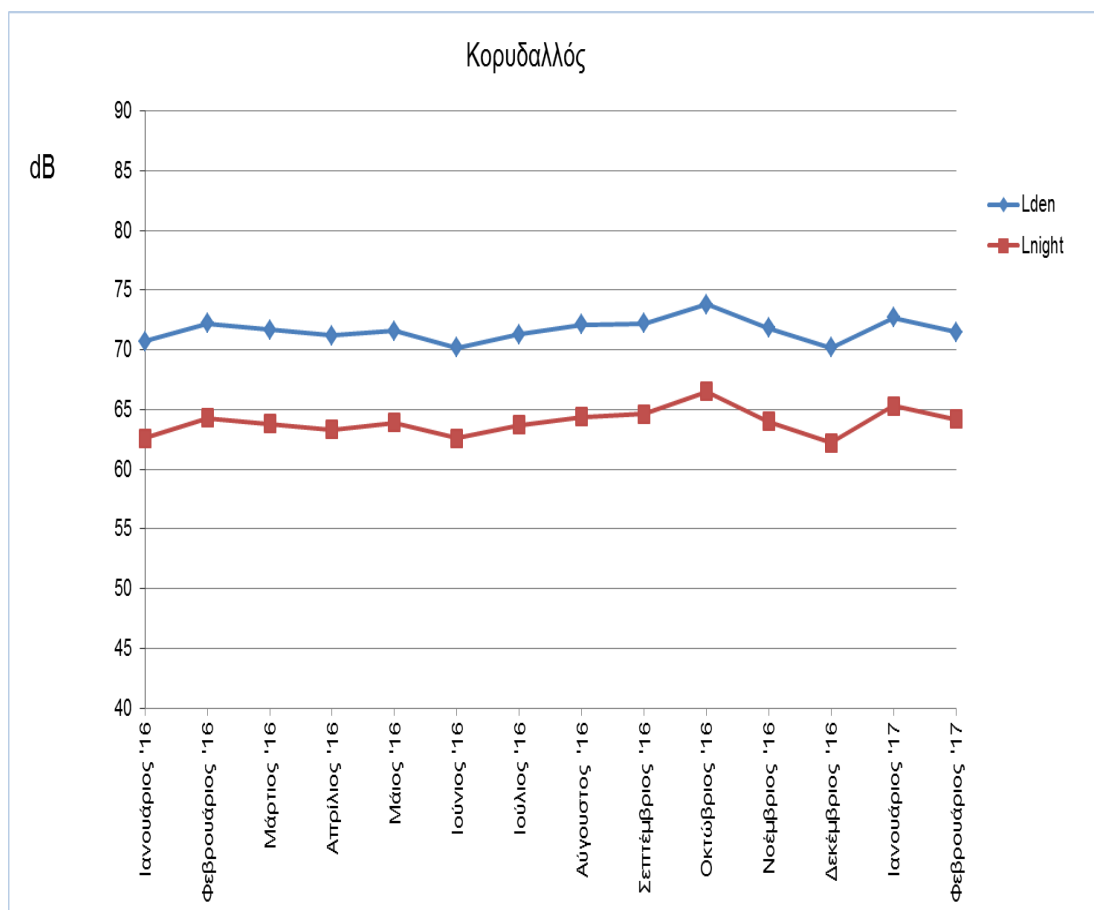
6.2.2. Γραφική Απεικόνιση της διακύμανσης των δεικτών Lden και Lnight για το διάστημα από 01/01/2016 έως 28/02/2017

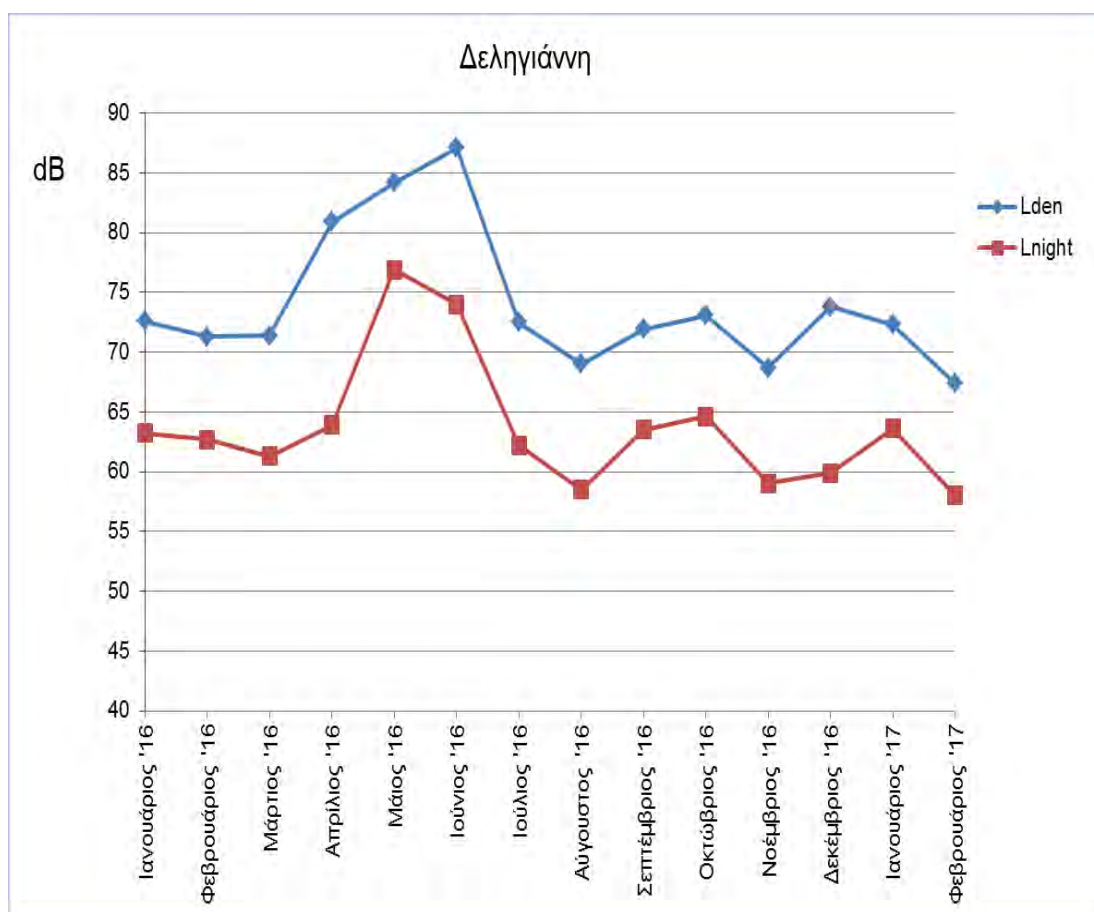
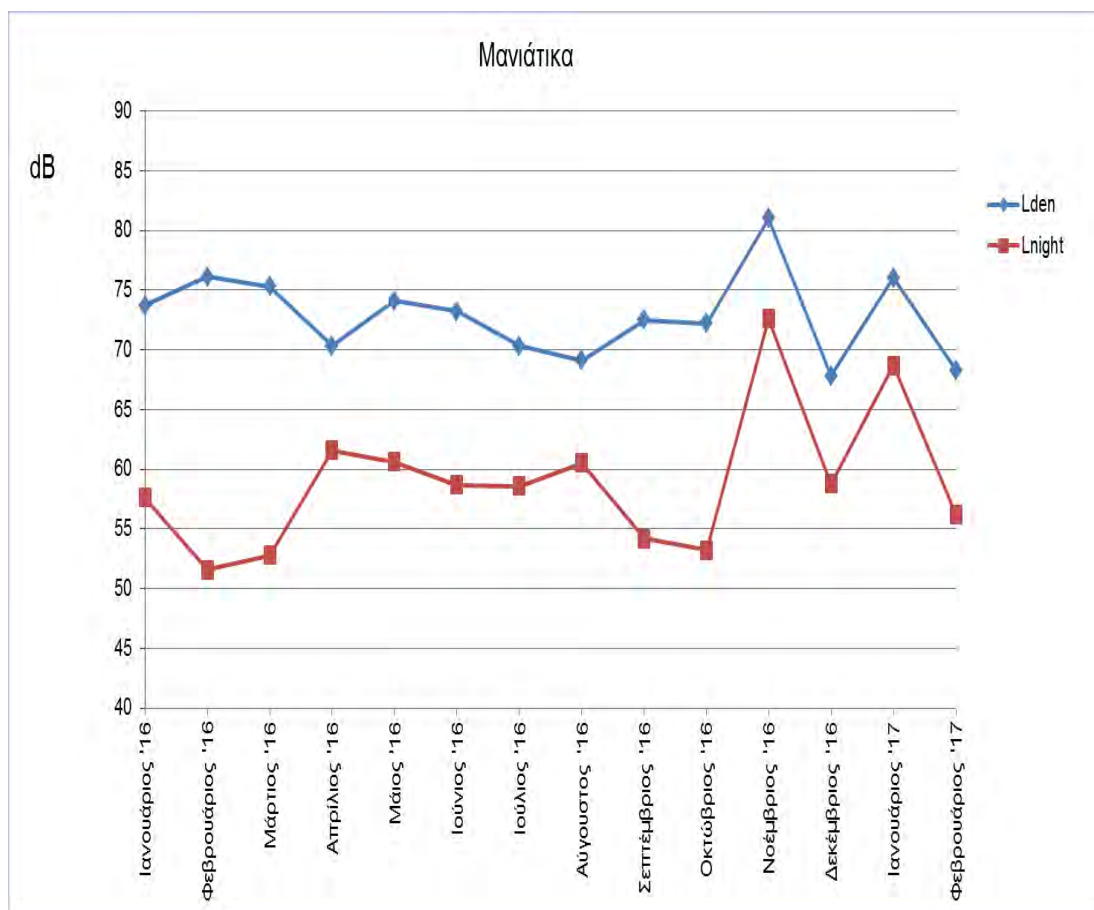
Στον πίνακα 6.2 φαίνονται οι μετρήσεις των δεικτών Lden, Lnight κατά το έτος 2016 και το πρώτο δίμηνο του 2017 και στη συνέχεια η γραφική απεικόνιση της εξέλιξης των τιμών των δεικτών στα κάτωθι εργοτάξια.

Αγία Βαρβάρα 2016-17													
	Ιανουάριος '16	Φεβρουάριος '16	Μάρτιος '16	Απρίλιος '16	Μάιος '16	Ιούνιος '16	Ιούλιος '16	Αύγουστος '16	Σεπτέμβριος '16	Οκτώβριος '16	Νοέμβριος '16	Δεκέμβριος '16	Ιανουάριος '17
Lden	64,3	67,8	69,5	69,0	66,8	67,7	67,4	69,9	68,4	67,6	73,7	69,0	77,6
Lnight	50,8	56,9	62,2	61,7	57,0	54,5	56,0	49,5	57,4	57,6	66,7	46,9	72,0
Κορυδαλλός 2016-17													
	Ιανουάριος '16	Φεβρουάριος '16	Μάρτιος '16	Απρίλιος '16	Μάιος '16	Ιούνιος '16	Ιούλιος '16	Αύγουστος '16	Σεπτέμβριος '16	Οκτώβριος '16	Νοέμβριος '16	Δεκέμβριος '16	Ιανουάριος '17
Lden	70,7	72,2	71,7	71,2	71,6	70,2	71,3	72,1	72,2	73,8	71,8	70,2	72,7
Lnight	62,6	64,3	63,8	63,3	63,9	62,6	63,7	64,4	64,6	66,5	64,0	62,2	65,3
Νίκαια 2016-17													
	Ιανουάριος '16	Φεβρουάριος '16	Μάρτιος '16	Απρίλιος '16	Μάιος '16	Ιούνιος '16	Ιούλιος '16	Αύγουστος '16	Σεπτέμβριος '16	Οκτώβριος '16	Νοέμβριος '16	Δεκέμβριος '16	Ιανουάριος '17
Lden	71,5	66,0	65,6	64,1	65,1	66,5	71,6	66,4	64,1	66,5	68,4	65,1	70,1
Lnight	56,4	53,8	54,5	54,6	54,9	53,9	53,0	54,2	55,0	58,8	57,6	56,6	62,4
Μανιάτικα 2016-17													
	Ιανουάριος '16	Φεβρουάριος '16	Μάρτιος '16	Απρίλιος '16	Μάιος '16	Ιούνιος '16	Ιούλιος '16	Αύγουστος '16	Σεπτέμβριος '16	Οκτώβριος '16	Νοέμβριος '16	Δεκέμβριος '16	Ιανουάριος '17
Lden	73,7	76,1	75,3	70,3	74,1	73,2	70,3	69,1	72,5	72,2	81,0	67,8	76,0
Lnight	57,6	51,6	52,8	61,6	60,6	58,7	58,6	60,5	54,2	53,2	72,6	58,8	68,7
Δελφινόνη (Φρέαρ) 2016-17													
	Ιανουάριος '16	Φεβρουάριος '16	Μάρτιος '16	Απρίλιος '16	Μάιος '16	Ιούνιος '16	Ιούλιος '16	Αύγουστος '16	Σεπτέμβριος '16	Οκτώβριος '16	Νοέμβριος '16	Δεκέμβριος '16	Ιανουάριος '17
Lden	72,6	71,3	71,4	80,9	84,2	87,1	72,5	69,0	71,9	73,1	68,7	73,8	72,3
Lnight	63,2	62,7	61,3	63,9	76,9	74,0	62,2	58,5	63,5	64,6	59,0	59,9	63,6

Πίνακας 6.2







6.3. Γενικά Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της ανωτέρω Διπλωματικής Εργασίας – Μελέτης εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

1) Γενικές Διαπιστώσεις:

- ✓ Σκοπός μιας Π.Π.Ε./Μ.Π.Ε. είναι να εκτιμηθούν και να αξιολογηθούν το είδος, το μέγεθος, η ένταση, η πιθανότητα, η διάρκεια και ο χαρακτήρας των επιπτώσεων σε ένα δεδομένο περιβάλλον, στο οποίο θα υλοποιηθεί ένα έργο.
- ✓ Τα επανορθωτικά μέτρα προτείνονται (όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο), λαμβάνοντας υπ' όψη 1) τις γενικές & ειδικές κατευθύνσεις της χωροταξικής πολιτικής, 2) την περιβαλλοντική ευαισθησία της περιοχής, 3) τα χαρακτηριστικά των πιθανών επιπτώσεων, 4) τα οφέλη στην οικονομία, ασφάλεια & υγεία, 5) τις θετικές επιπτώσεις στο ευρύτερο φυσικό & ανθρωπογενές περιβάλλον.

2) Ειδικότερα:

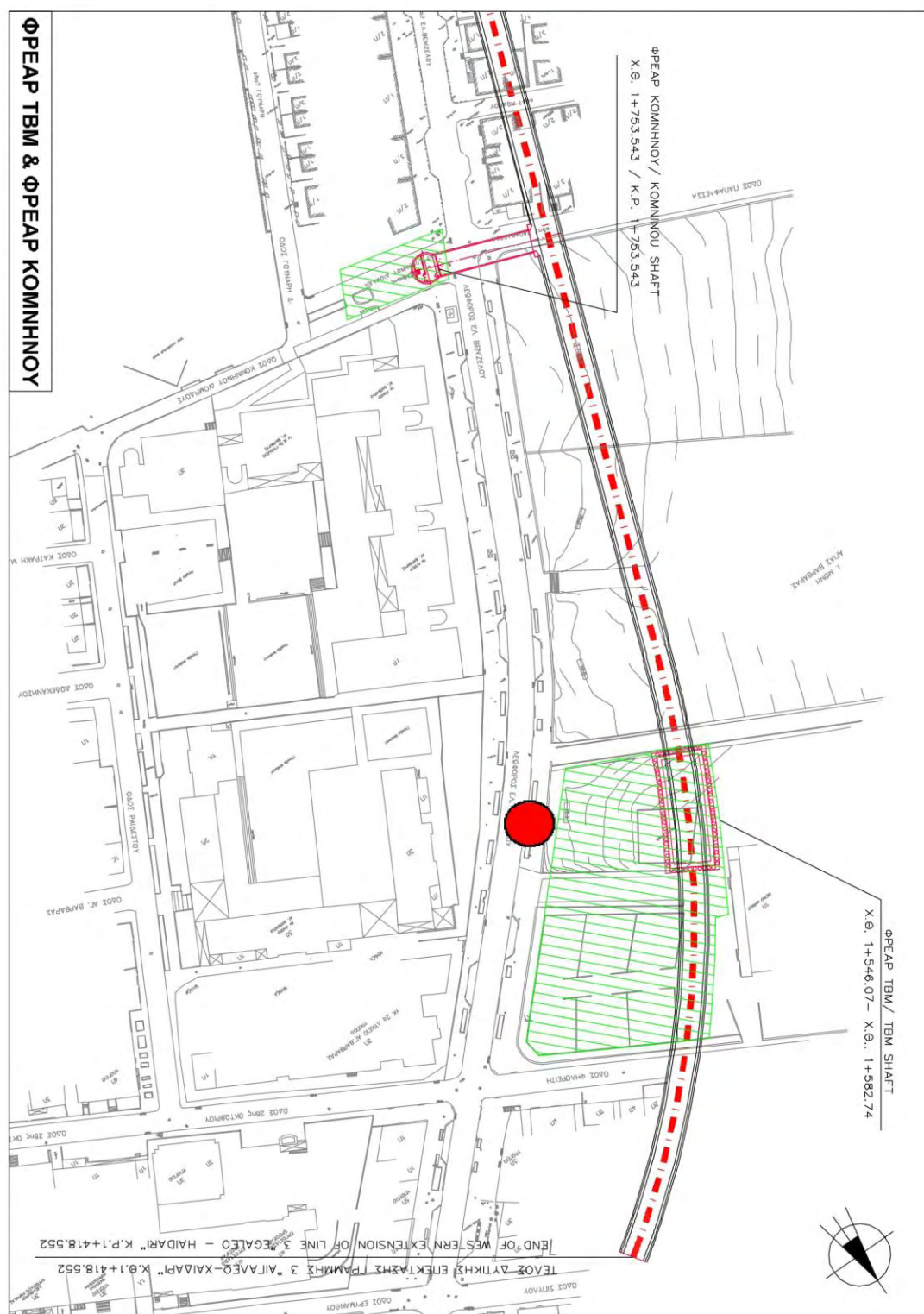
- ✓ Η παρακολούθηση των επιπέδων του περιβαλλοντικού θορύβου κατά την κατασκευή & επέκταση μιας γραμμής υπόγειου σιδηρόδρομου (όπως και κατά τη λειτουργία), είναι απαραίτητη.
- ✓ Με εξειδικευμένα μέσα μέτρησης και τη χρήση κατάλληλου λογισμικού, καθίσταται εφικτό να έχουμε πλήρη εικόνα της ηχητικής επιβάρυνσης στην περιοχή μελέτης με μια πληθώρα ηχητικών δεικτών.
- ✓ Η σύνταξη μηνιαίων αναφορών για την παρακολούθηση δίνει τη δυνατότητα άμεσων επεμβάσεων και λήψης κατάλληλων ηχοπροστατευτικών μέτρων για την προστασία τόσο του φυσικού όσο και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.
- ✓ Τα αποτελέσματα των ακουστικών μετρήσεων για τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο 2015 δεν παρουσιάζουν υπερβάσεις συγκρινόμενες με το θόρυβο βάθους της περιοχής μελέτης.
- ✓ Η περιοχή μελέτης είναι αρκετά επιβαρυνόμενη λόγω της αυξημένης οδικής κυκλοφορίας. Αυτό προκύπτει ύστερα από ακουστικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή πριν τη λειτουργία των εργοταξίων.
- ✓ Παρατηρείται ότι η συνεισφορά των εργοταξίων για τα έτη 2015 & 2016 είναι πολύ μικρή. Επομένως δεν προβλέπεται η ανάγκη λήψης αντιθορυβικών μέτρων. Ωστόσο κρίνεται αναγκαία η παρακολούθηση των εργοταξίων για την προστασία των κατοίκων και της υφιστάμενης περιοχής.

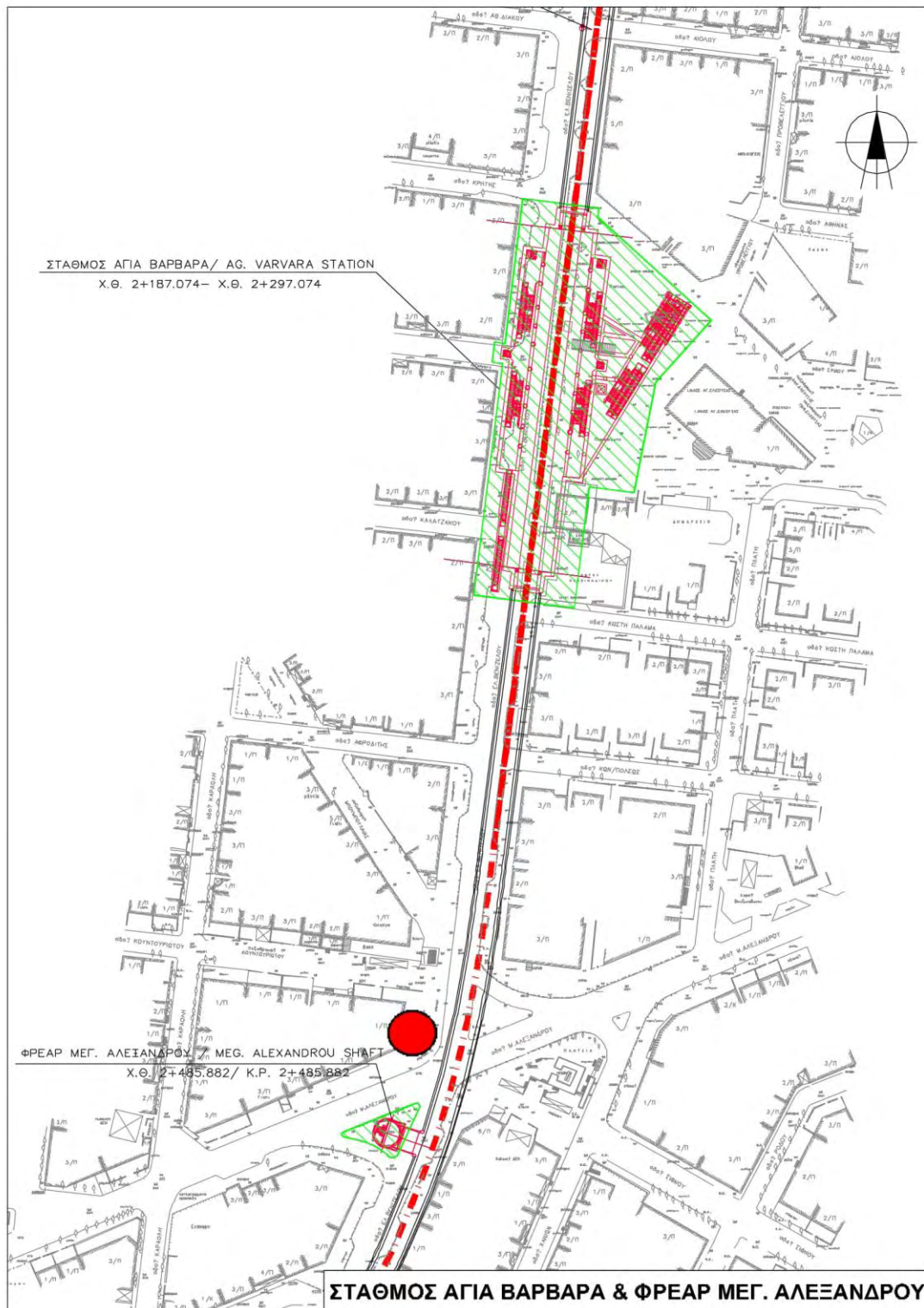
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- I. Dr. Βογιατζής Κωνσταντίνος, Αθήνα 2010, *ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ & ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ*, Εκδόσεις ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ.
- II. Βογιατζής Κωνσταντίνος, Χαϊκάλη Σοφία, Τζίκια-Χατζοπούλου Αλίκη, Αθήνα 2009, *ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ – ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΘΟΡΥΒΟ*, Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ
- III. *ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΕΡΟΦΕΡΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ & ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ*, Αθήνα 2015, ΣΣΕ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε.
- IV. *ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΕΠΑΣΕ)*, ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
- V. Ιστότοπος Αττικό Μετρό Α.Ε., www.ametro.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

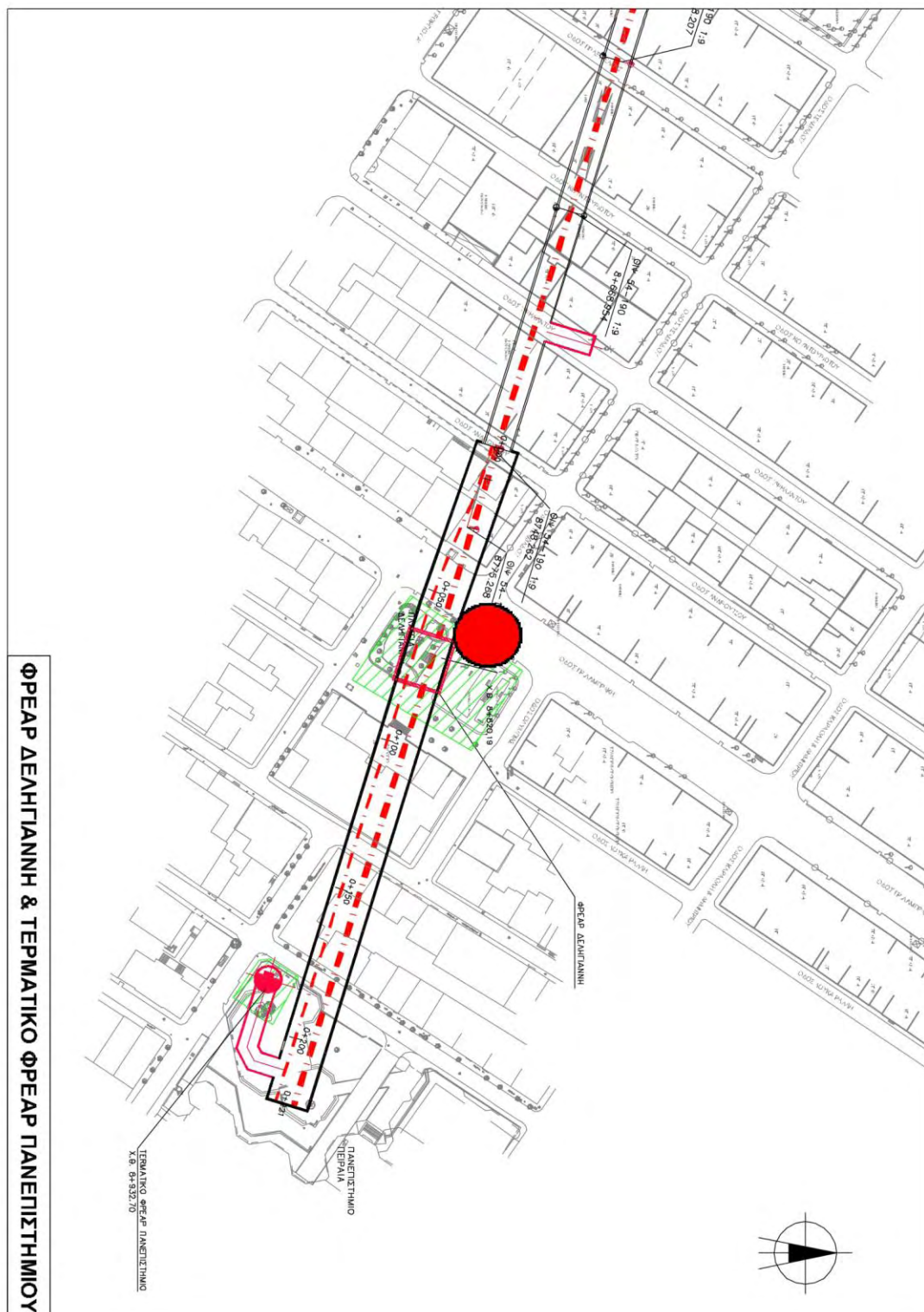
Παράρτημα Α: Εργοταξιακοί Χώροι: Σταθμοί & Φρεάτια

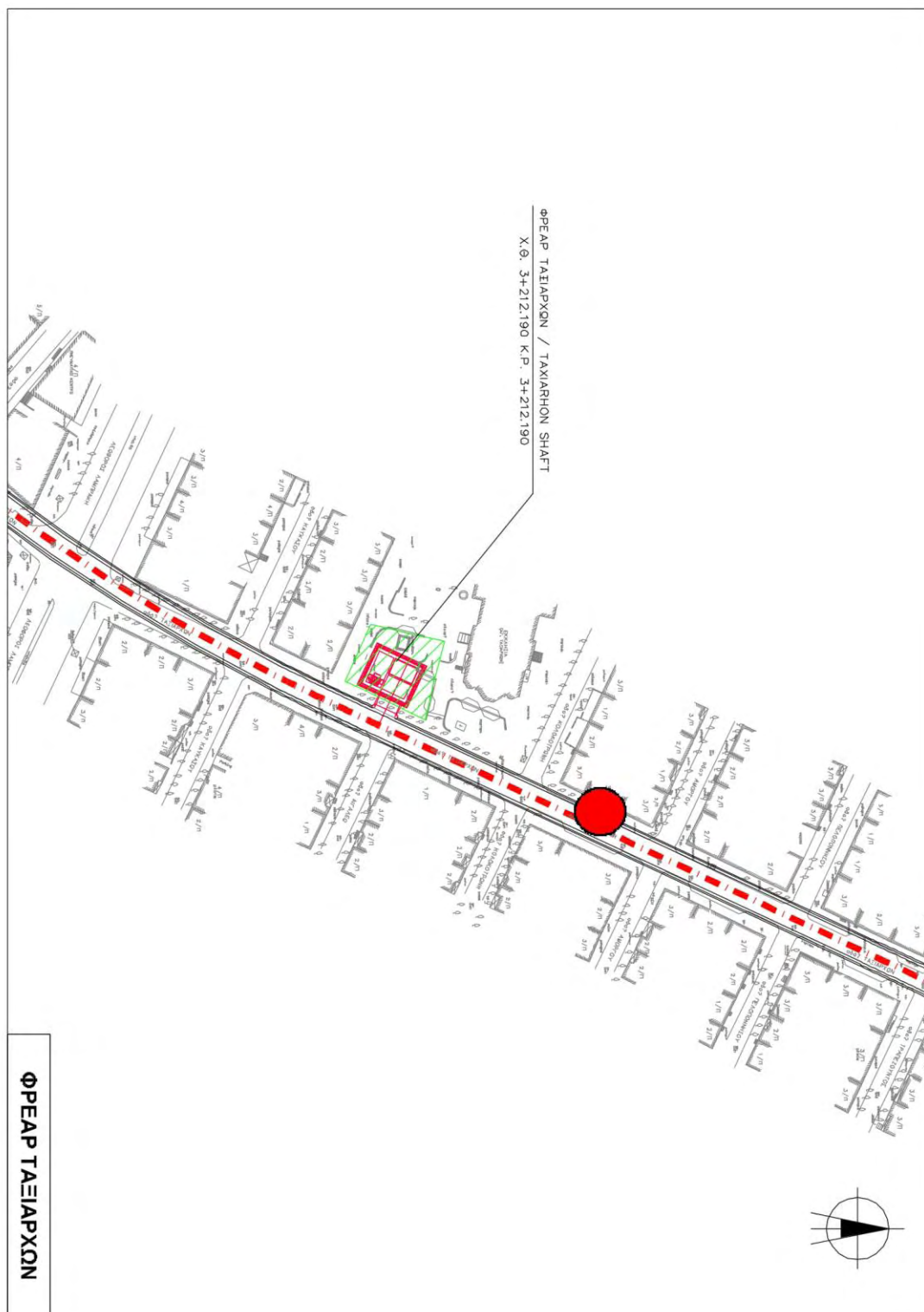












ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



DUO

Smart Noise Monitor

01dB

AREVA



Smart Noise Monitor

Just what you've been waiting for



Rapid instrument deployment

Free up more time for analysis and reporting

DUO installation is quick and easy. Its sleek design and small form factor allows for safe and discreet deployment. With DUO's ground breaking "all in one" design you no longer need multiple cables between the measuring instruments, microphone, batteries and modem.

You are not alone with DUO

Wirelessly measure the noise source and receiver simultaneously

With DUO Smart Noise Monitor, you are playing a duet: you are no longer alone in the field. DUO enables better understanding of the noise environment with simultaneous parallel coding of two measurement points. All measurement data is automatically recorded so nothing is left to chance.

Two DUO allow automatic coding on one channel applied on the other channel using dBTrait. Moreover post processing on synchronized levels difference will be very powerful to highlight noise from the source under concern.



Control your measurements

Access to your measurement points, from near or far

With DUO and dBDOU integrated web client, you can access settings, stored data, real-time visual display of sound levels with:

» *a built-in screen to start and control a measurement in the field*

» *an internet connected device (Wi-Fi, 3G) for overall control of the site, from your office or... from the coffee-shop around the corner.*

Measurements are accessible at any time and from anywhere.



DUO The best of both worlds is within your reach

Sound level meter and monitoring station

DUO introduces the “Smart Noise Monitor”, the new generation of Environmental noise measuring instruments, devoted to:

» classical hand-held sound level meter measurements using the built-in keyboard and screen or a wireless remote control (Wi-Fi, 3G)

» short, medium or long-term stand-alone measurements, the operator having full remote control of the instrument.



Fully weatherproof

DUO is protected and safe, come rain (or snow) and shine

Its housing has been designed for outdoor use under all weather conditions. Its integral protection makes DUO discreet in the measurement environment. Developed exclusively for DUO, its all-weather microphone/cone set is manufactured by G.R.A.S., the world-renowned company specialised in precision noise transducers.

Operating battery lifetime and memory

You can take the week-end off, DUO won't stop measuring

With long battery lifetime, full remote control of the entire instrument, and a high memory capacity, DUO opens up a new dimension in noise measurement.



Assured metrology and data security

Relax, DUO reaches new heights in reliability

Programmable in-situ automatic electrical checks and precision class components guarantee metrological reliability. With 0° and 90° incidence corrections it gives flexibility whatever you measure. To secure your instrument DUO has a unique anti-theft system.



DUO Everywhere at once

Multi connectivity

DUO includes a Wi-Fi module for short distance connection and a 3G modem to access the instrument from anywhere in the world. Your measurements have never been so easy to control.

Multi single-channel

DUO opens up new diagnosis capabilities: it is now possible, for instance, to analyse precisely and simultaneously noise pollution and disturbing sources in multiple positions. Its accurate synchronisation of clock and GPS positioning of the measurements allow using several DUO at the same time.

Web navigation

DUO is accessible through a comprehensive Web client: DUO allows remote system configuration and measurements settings, calibration and electrical checks with associated historical data. Sound levels are available in real time wherever you are and with no software installation required.



“

About 01dB

01dB is a registered trademark of 01dB-Metravib, a subsidiary of AREVA. 01dB-Metravib has built its know-how on Noise and Vibration technologies, and services offered to its customers. The company has been developing for 40 years through innovations directed towards the environment, industry and defence, with an international presence, headquarters in France and regional agencies.

Fully designed and made in France



01dB

DUO At a glance



INTEGRAL PROTECTION
Innovation by 01dB:
protection and discretion
for your DUO.



ALL-WEATHER MICROPHONE
A G.R.A.S. innovation
especially designed for
01dB.



NOISE CONE
A G.R.A.S. innovation
for 01dB: 0° and 90°
incidences compliant
with IEC 61672 standard.
Bird spike.



METROLOGY
Automated checks of the
entire instrument
(5 frequencies, 2 levels)
and automatic calibration
procedure.



BUILT-IN SCREEN
High-contrast colour
screen. Simple interface
for classical use.



Wi-Fi
Ad-hoc Wi-Fi
connection to control
your instruments
simultaneously.



3G
Built-in modem. Long
distance control. Requires
3G data subscription.



REMOTE CONTROL
Wireless remote
access to all functions
of DUO.



GPS
Built-in GPS for
georeferenced
measurements.



SYNCHRONIZATION
Built-in GPS for time
synchronization of
all DUO units in your
measurement campaigns.



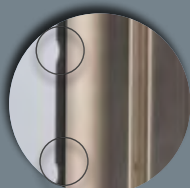
ALL IN ONE
Ergonomics made easy
by the all-in-one concept.
Forget the cables!



MAGNET
Mounting plate to attach
your remote control
on DUO.



METALLIC HOUSING
Aluminium profile treated
against corrosion to make
your DUO last longer.



SIDE GRIP
Comfortable and secure
handling of your DUO
with 2 side grips made of
silicone elastomer.



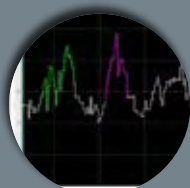
ANTI-THEFT SYSTEM
Lock / cable set to secure
your DUO.



THE 01dB TOUCH
3 keys for easy control
at your fingertips.



CODING LOCATION
An additional DUO
for automatic coding of
the noise source.



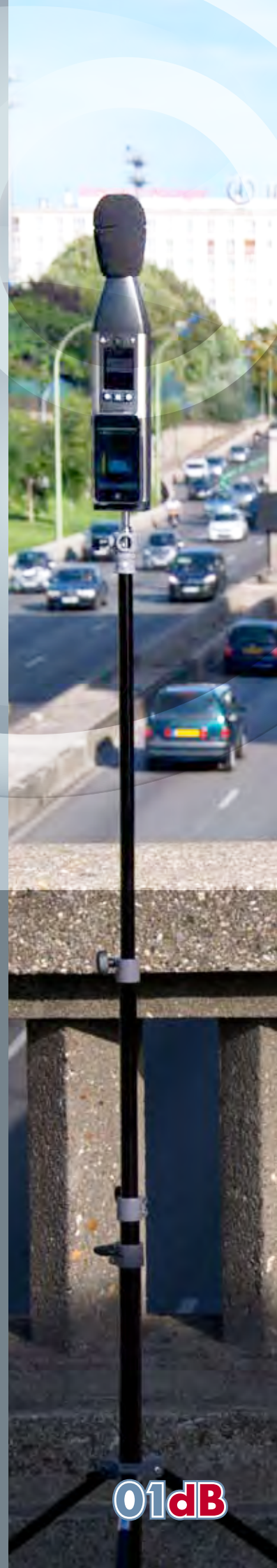
LEVELS DIFFERENCE
With dBTRAIT software,
the level difference method
between channels
is used to highlight sources
in question.



MEMORY
2 GB SD card,
upgradeable to
32 GB (10 days of 1/3
octave spectra with
metrological audio 20%
of the time).



OPERATING LIFETIME
More than 60 hours
in nominal mode
(multispectra, Wi-Fi, 3G).



01dB

AREVA supplies solutions for carbon-free power generation. Its expertise and know-how in this field are setting the standard, and its responsible development is anchored in a process of continuous improvement.

As the global nuclear industry leader, AREVA's unique integrated offer to utilities covers every stage of the fuel cycle, nuclear reactor design and construction, and related services. The group is also expanding considerably in renewable energies (wind, solar, bioenergies, hydrogen and storage) to be one of the top three in this sector worldwide in 2012.

Every day, AREVA's 48,000 employees cultivate the synergies between these two major carbon-free offers, helping to supply safer, cleaner and more economical energy to the greatest number of people.

www.aveva.com

01dB-METRAVIB
200 chemin des Ormeaux
69578 LIMONEST - FRANCE
Tel : + 33 (0)4 72 52 48 00

PARIS
Tel : +33 (0)1 56 56 83 01
TOULOUSE
Tel : +33 (0)5 62 18 95 95

ASIA
Tel : + 66 2 7112 293 – Tél : + 86 10 853 22 300 p. 112

AUSTRALIA
Tel : +61 (0) 3 9607 8367 - Fax : +61 (0) 3 9607 8492

SOUTH AMERICA
Tél : +55 (11) 5089 6460 - Fax : +55 (11) 5089 6454

ITALY
Tel : +39 (049) 920 0975 - Fax : +39 (049) 9201239

Solo Black Edition

Focus on what matters!

01dB
Solo Black Edition

Performances that meet your requirements

The new generation of sound level meters: Solo Black Edition

Resulting from an ongoing innovation process, **Solo Black Edition** offers the latest technological advancements as for ergonomics, readability, operating lifetime and wireless communication.

Solo Black Edition is the first sound level meter offering an integrated multi-frequency multi level auto check of the complete measurement chain, from the microphone to the displayed level.

These new functions are a winning asset and a metrological warranty for the user.



Enhance your know-how

*In environmental acoustics
In building acoustics
In industrial acoustics
In research and education*



WIRELESS REMOTE

CONTROL module

Operate Solo Black Edition and discover mobility

- » Control your Solo Black Edition remotely from your Pocket PC
- » View and code data remotely
- » Add an oral/written comment



TRIGGER module

Code sound sources

- » Trigger events on threshold violation
- » Drive the logical output (TTL)



MEMORY module

Record and store data in the extended memory of Solo Black Edition

- » Benefit from the large memory capacity
- » Access long-term measurements (data and audio)



AUDIO module

Listen to audio recordings by Solo Black Edition

- » Play back audio recordings and identify the nature of sound sources
- » Analyse sound signals finely



AUTO CHECK module

Test the nominal operating of your sound level meter on a regular basis






- » Level linearity
 - » Frequency linearity
- over the whole metrological chain, including the microphone



AREVA



Solo Black Edition Technical specifications

Standards	IEC 61672-1 (2002) / NF EN 60651 (2000) / NF EN 60804 (2000) / ANSI 1.11 / ANSI 1.4 IEC 1260 (1995) / EMC IEC 61000-6-1 and 2 / EMC IEC 61000-6-3 and 4	
Metrology	Single dynamic range: 20-137 dB(A) / class 1 or 30-137 dB(A) / class 2 Leq (from 20 ms to 10 s), Lp, Lpmin, Lpmax (S, F, I), Lpk (C, Z), A, B, C and Z weightings 20 ms real-time 1/1 and 1/3 octave multispectra (12.5 Hz - 20 kHz)	
Pocket PC remote control module 	Bluetooth™ class 1 wireless communication Visual display and coding of data on the Pocket PC colour screen (LAeq, LAFp, 1/3) Written and oral comments (synchronised with the measurement file)	
Memory module 	Integrated 8 MB flash memory Extractible 2 GB extended memory on SDCard LAeq + LCpk (1s) > 99 days / LAeq + 1/3 (1s) > 99 days	
Audio module 	Metrological audio storage (min. 1h40min (51.2 kHz) / max. 13h50min (6.4 kHz)) Sampling frequencies: 51.2 kHz / 25.6 kHz / 12.8 kHz / 6.4 kHz (24 bits)	
Trigger module 	Coding on pre-programmed threshold: code (1), code (2), code (3) or code (1) + audio Activation of TTL output on threshold	
Auto check module 	Automated control of the entire measurement chain: microphone, preamplifier and digital processor. Analysis of the frequency response and of the measurement chain linearity over 4 predefined frequencies (500 Hz, 1 kHz, 2 kHz and 4 kHz) and an additional user-selectable frequency, for 3 adjustable levels	
USB transfer 	Acquisition front-end mode File transfer mode	
General performances	Typical operating lifetime LAeq (1s): 24 h (standard mode) / 16 h (remote control mode) Programmable starting modes: immediate / delayed / by periods	Parallel measurement of all indicators Time history of all indicators Languages: French, English, Spanish, German, Italian, Dutch, Portuguese, Romanian
Standard accessories	Preamplifier PRE21S Microphone 1/2" 50 mV/Pa class 1 or 20 mV/Pa class 2 Wind screen	Built-in battery and mains power supply USB and RS232 cables Fitted carrying case dBSLM32 transfer software
Optional accessories	Pocket PC Win CE™, Tablet PC Win CE™ Carrying satchel External battery charger VES21 all-weather suitcase	BAP21 outdoor microphone unit 100-m extension cord CAL21 class 1 calibrator or CAL02 class 2 calibrator
Compatible software	dBTrait: time and spectral history, event coding, automatic reports... dBBati: processing of building measurements (insulation, T60...)	dBSolo: Pocket-PC remotely controlled software USBTrig / USBBati / USBFa: time and frequency acquisition drivers in PC mode dBSolo-B (Building) and dBSolo-E (Environment)

These non contractual specifications can be changed without notice. Version: September 2010



01dB-METRAVIB

200 chemin des Ormeaux - 69578 LIMONEST - FRANCE - Tél : 33 (0)4 72 52 48 00
environment@01db-metravib.com / www.01db.com

Sola

**Digital integrating
sound and vibration
level meter**



01dB-Stell

MVI technologies group

Technical specifications

SOLO PREMIUM, MASTER, VN acoustic versions

Common performances:

- Dynamic range: up to 117 dB (class 1 or 2 according to IEC 61672-1)
- Lp with F, S, I, P time constant
- Single and successive Leq Start/Stop with immediate and delayed start
- A, B, C, Z weightings except VN (only A)
- Language selection: F, GB, D, I, E, P
- Back erase 5 seconds of measurement
- Back-lit high resolution LCD screen and function keys
- Storage of up to 1000 values
- Battery life > 24 hours
- Option: average 1/1 and 1/3 octave (12.5 Hz - 20 kHz)
- Option: Modem with dBMODEM (modem not supplied)
- Options: 01dB-Stell software packages (dBEnv, dBBAI, dBFA) for memory download

SOLO MASTER specific performances

- Short Leq with time step of 20 ms to 10 s
- Time history of pertinent acoustic descriptors
- Standard 1Mvalue memory
- Peak number detection
- Programmable periods
- Optional signal transfer via USB interface for real-time analysis using 01dB-Stell software (dBEnv, dBBAI, dBFA)
- Option: multispectrum 1/3 octave (12.5 Hz - 20 kHz)
- Option: Reverberation T60 and sound insulation
- Option: laser tachometry

SOLO VN specific performances

- Acoustic detection of rotation speed
- Option: external CA23 tachometer
- Option: neighbourhood noise (dBTRAIT + overall level PREMIUM firmware)

Accessories:

- PRE21S preamplifier
- MCE212 (class 1) or MCE 220 (class 2) microphone
- Built-in battery and charger power supply
- USB and Lemo 10/RS232 transfer cables
- Carrying case
- Windscreen (BAV)
- Manual (CD) + dBSLM (ASCII memory transfer software)
- Simplified getting started manual and metrology notebook
- Position setting stick and special tripod (VN only)

SOLO Vib and VibExpert vibration versions

Common performances

- Dynamic range: 117 dB
- Acceleration, velocity and displacement
- Data calculated over a single frequency band
- RMS, Max RMS, Peak and Peak to Peak (displacement)
- Option: laser tachometer
- Option: temperature

SOLO VibExpert specific performances

- Data over various frequency bands (parallel calculations)
- Severity
- Equivalent severity
- Defect factor
- Peak factor
- Option: K factor

Accessories:

- Built-in battery and charger power supply
- USB and 10/RS232 Lemo transfer cables
- Carrying case
- Manual (CD) + dBSLM (memory transfer software)
- Simplified getting started manual and metrology notebook
- 10 mV/g integrated electronics accelerometer
- Lemo/μdot cable, IM/01 magnetic stud
- Isolated SF/02/A cementing stud

SOLO common options

- dBSOLO1 with dBTRAIT for memory transfer (except VN when no neighbourhood noise and Vib, VibExpert)
- dBSOLO2 with dBBAI for Reverberation T60, D and spectra memory transfer
- dBSOLO3 with dBFA for memory transfer (except VN)
- TRIG TOR (TOR on exceeded level) with cable
- Carrying case
- External battery charger
- Additional battery
- Serial printer DPU 414
- Laser tachometer (except VN)
- Hand probe (Vib - VibExpert)
- Bees wax (Vib - VibExpert)

Benefits

- Sound level meter
- Vibration meter
- Real-time acquisition front-end
- Dynamic range: 117 dB
- Large memory capacity
- Parallel internal calculations
- USB interface
- MODEM or GSM communication

France

(Head Office)

200, chemin des Ormeaux
F - 69578 Limonest Cedex
Phone +33 4 72 52 48 00
Fax +33 4 72 52 47 47

Italy

Phone +39 049 920 0966
Fax +39 049 920 1239

USA

Phone +1 315 685 31 41
Fax +1 315 685 31 94

Brazil

Phone +55 11 49 92 3600
Fax +55 11 44 27 5206

Asia Pacific

Phone +60 3 563 22 633
Fax +60 3 563 18 633

Web : www.01db-stell.com

Mail : info@01db-stell.com

introduction

S

The result of 15 years experience, SOLO represents the newest generation of 01dB-Stell digital integrating sound level meters.

SOLO complies with the latest international standard (IEC 61672-1) on sound level meters.

Its versatility allows for various applications such as vibration measurements, vehicle noise, sound and vibration monitoring, 1/1 and 1/3 octave real-time frequency analysis, etc.

The use of new technologies results in unrivalled performances. In particular, the 24-bit analogue-digital conversion allows for measurement on a single dynamic range (117 dB) and the large memory capacity for storage of all data measured in parallel. Also, the USB interface turns SOLO into an acquisition front-end for real-time analysis on a PC. Using a modem or a GSM phone, SOLO may be remotely monitored and interrogated to retrieve all measured data, without disrupting the current measurement session.

In short, intelligence allied to simplicity makes SOLO the master of the sound and vibration instrumentation.



Virtuosity

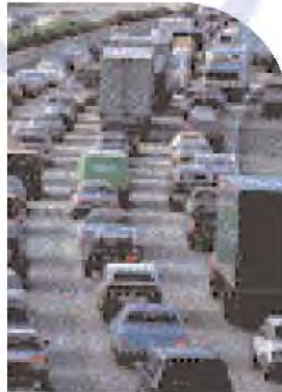
- New digital technologies
- Compliant with IEC 61672-1
- Large memory capacity
- Parallel calculations (all data and weightings)
- Time history of pertinent acoustic descriptors
- External tachometric input
- Direct calculation of rotation speed from acoustic signal
- Battery life > 24 hours
- Input compatible with 0V polarization microphones and integrated electronics accelerometers
- Detachable microphone preamplifier



Applications:

- **Environment:** complaints handling, impact studies, monitoring,...
- **Building:** reverberation time, insulation, monitoring,...
- **Industry:** Sound and vibration control, machinery acceptance tests of bearings.

SOLO



Communication

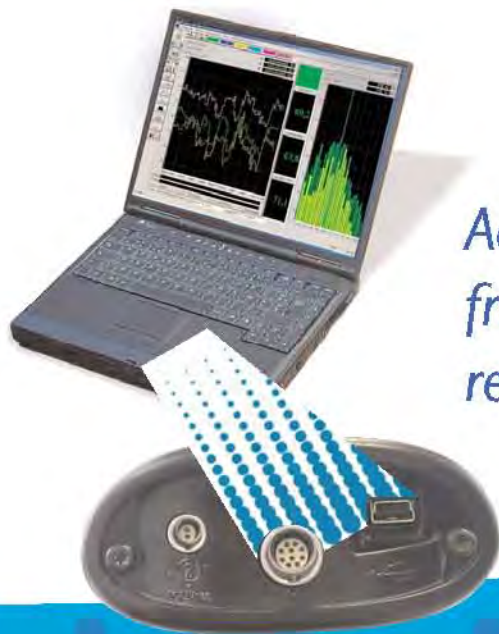
- Download of memory data via RS232C or USB interface
- Control and download of data by modem or GSM
- Transfer of digital signal to PC for real-time

Simplicity

- Large back-lit high resolution screen
- Simple and comprehensive multilingual menus
- Ergonomic keyboard
- Rapid access to functions
- Remote control box (option)

Versatility

- 5 versions:
 - Acoustics: SOLO PREMIUM and MASTER
 - Vehicle noise: SOLO VN
 - Vibrations: SOLO Vib and VibExpert
- Compatibility of application software (combination of versions in option)
- Options depending on versions: average and multispectrum 1/1 and 1/3 octave real-time analysis, additional memory, reverberation time and sound insulation,...



*Acquisition
front-end for
real-time analysis*



sts, sound power, vibration control

Microphones*

Free-field microphones

Type	40AF/ MCP212	40AE/ MCE212	40BF	40BE	
Sensitivity	50	50	4	4	mV/Pa
Frequency range (± 2 dB)	3.15-20k	6.3-20k	10-100k	10-100k	Hz
Dynamic range	15-146	15-146	40-174	40-168	dB re. 2×10^{-5} Pa
Polarization voltage	200	0	200	0	V
Outside diameter (with protection grid)	13.2	13.2	6.9	6.9	mm

Pressure microphones

Type	40AP	40BP	40DP	
Sensitivity	40	1.6	1	mV/Pa
Frequency range	3.15-10k	10-70k	10-160k	Hz
Dynamic range	17-148	45-174	50-184	dB re. 2×10^{-5} Pa
Polarization voltage	200	200	200	V
Outside diameter (with protection grid)	13.2	6.9	3.2	mm

Outdoor microphones

Type	41AM / 41CN	41AL
Sensitivity	50mV/Pa (unified)	50mV/Pa (nominal)
Dynamic range	20-136dB (re. 2×10^{-5} Pa)	20-148dB (re. 2×10^{-5} Pa)
Frequency response	IEC 60651 type 0 and ANSI S1.4-1983 type 0	IEC 60651 type 0 and ANSI S1.4-1983 type 0
Cal. level of electro- static Actuator	90dB at 1000 Hz	
Output connector	6 Pin Lemo connector 50mm (1.97") G 1/2"	7 Pin Lemo 1B, 3m cable 50mm (1.97") G 1/2"
Pole adaptor	(ISO 228/1)	(ISO 228/1)

Random microphones

Type	40AR	40AQ	
Sensitivity	50	50	mV/Pa
Frequency range	3.15-12.5k	3.15-12.5k	Hz
Dynamic range	17-148	17-148	dB re. 2×10^{-5} Pa
Polariz. voltage	200V	0	V
Outside diameter (with protection grid)	13.2	13.2	mm

Preamplifiers*

	PRE12H	26AK	26AB
	1/2"	1/2"	1/4"
Frequency range (± 0.2 dB)	1 Hz - 20 kHz	2 Hz - 200 kHz	2Hz-200kHz
Input impedance	20 G Ω , 2.5 pF	20 G Ω , 0.2 pF	20 Ω , 0.2pF
Output impedance	< 50 Ω	55 Ω typical	55 Ω typ.
Noise	A-weighted typical: 2.5 μ V	A-weighted <2.5 μ Vrms	A-weighted <2.5 μ Vrms
Gain	typical: -0.035dB	typical: -0.25dB	typ. -0.25dB

Calibrators

Reference	Cal01	Cal02
Level	94dB ± 0.3 dB	94dB ± 0.5 dB
Other levels	74dB/114dB	
Stability (better than)	± 0.1 dB	± 0.2 dB
Frequency	1 kHz $\pm 2\%$	1 kHz $\pm 4\%$
Frequency stability (better than)	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$

Spare parts*

Windscreen: BAP012; Nosecone: 1/4"-RA0022, 1/2"-RA0020

Cables

Reference: RAL0197, exists in various lengths

(*) Not restrictive, please contact our sales department for more information.

Benefits

- High quality and precision
- General and special purposes
- Low noise preamplifiers
- Special application accessories
- Standard connections

France

(Head Office)
565, rue de Sans-Souci
F - 69760 Limonest
Tel. +33 4 72 20 91 00
Fax. +33 4 72 20 91 01

Italy

Tel. +39 0499 200 966
Fax. +39 0499 201 239

USA

Tel. +1 315 685 3141
Fax. +1 315 685 3194

Brazil

Tel. +55 11 4992 36 00
Fax. +55 11 4432 1783

Asia Pacific

Tel. +60 3 563 22 633
Fax. +60 3 563 18 633

Web: www.01db-stell.com

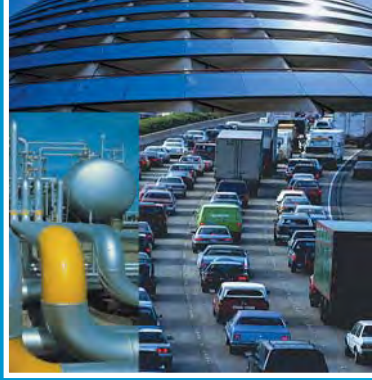
Mail: info@01db-stell.com



01dB-Stell
MVI technologies group



In collaboration with
G.R.A.S.



MICROPHONES

Acoustic Transducers and accessories



To complement the powerful measurement systems from 01dB-Stell, a choice set of microphones is available for accurate and reliable acoustical measurements.

A full range of calibrators and preamplifiers, as well as connecting cables (of any length) and other accessories (outdoor units, conditioners, carrying cases, etc.) will help you to build up your measurement chain for any acoustical application.

01dB-Stell distributes a large range of transducers for acoustical measurements, as well as for vibration or sound intensity measurements.

This documentation presents only a part of our whole product range. Please contact your distributor for more information.



MICROPHONES

Our whole range of Transducers includes 1/2, 1/4, as well as 1/8 inch condenser microphones for environmental, building and industrial use. All microphones are factory-calibrated. The microphones are manufactured in non-corrosive stainless materials and are able to withstand rugged handling and corrosive environment. The condenser microphones are a new generation of precision measurement microphones with improved performances and long term stability.

Free field Microphones

General purpose and high precision microphones, prepolarized or 200 V polarized covering a large frequency range. Free field microphones are used for sound level meters according to IEC standards, for general electro-acoustical measurements on loudspeakers and sound sources in general, when the sound waves arrive perpendicular to the diaphragm. The free field microphone should be pointed towards the sound source.

Pressure Microphones

General purpose and high precision microphones covering a large frequency range. Pressure microphones are used for closed coupler measurements for earphones, audiometric test equipment, telecommunication equipment, in boundary layer measurements, flush mounted, etc. In these applications the presence of the microphone in the sound field is intended.

Random Incidence

Special microphones with the frequency response optimized to measure correctly in random, diffuse/reverberant sound fields where the sound waves arrive from all directions.

Outdoor Microphones

Outdoor microphone units (41AM, 41CN) for permanent outdoor installation in, for example, airport noise monitoring systems or traffic noise monitoring systems. The units have built-in A-weighting, +/- 20dB amplifier and electro-static actuator for complete check of system functionality. Type 41AL environmental microphones is a low cost alternative for outdoor microphones, intended to semi-permanent outdoor applications.



Special Microphones

Special microphones can be proposed for very specific measurements of very low frequency sound, high level and high frequency sound, high temperature or airflow situation. Please ask your distributor.

ACCESSORIES

Preamplifiers

The type PRE12H 1/2" preamplifiers are used with pre-polarized or externally polarized microphones. They are designed to drive cable lengths up to 30m and all models allow insert calibration. The insert voltage generator is connected via the output connector. Type 26CA 1/2" ICP® preamplifier with standard BNC output connector is designed for use with pre-polarized microphones.



The type 26AA, 26AB, 26AC and 26AL 1/4" preamplifiers are small rugged units optimized for acoustical measurements with condenser microphones. They have a very low inherent noise level, a wide dynamic range and a frequency range from below 2 Hz to above 200 kHz. Type 26CB 1/4" ICP® preamplifier with standard BNC output connector is intended for use with pre-polarized microphones. Special 1/4" to 1/2" adapter is available to use with 1/2" microphones.

Spare parts

Type BAP012 windscreens protect the 1/2" microphone transducer and the preamplifier. 1/2" and 1/4" nosecones allow measurements in laminar air-flow and decrease turbulence around the microphone. Different right angle and straight adapters are available for different mounting and adaptation of different microphone and preamplifier sizes.

Calibrators

The calibrators* Cal01 and Cal02 are sound pressure sources dedicated to the on-site calibration of noise measurement systems before and after each measurement session, as defined in most regulations.

Battery operated and lightweight, they comply with the specifications of the IEC942 standard as either class 1 (Cal01) or class 2 (Cal02) acoustic calibrators.

These devices may be used with either typical sound level meters or PC-based noise measurement systems independently of the weighting network or filter used because of a nominal 1 kHz calibration frequency.

Cal01 and Cal02 are designed for use with 1" microphones and delivered with a 1/2" microphone adapter.



Complete Solutions

Our range of high-quality microphones and their accessories complement perfectly our PC-based and hand-held measurement systems.

We offer signal conditioning unit like OPUS* for acquisition systems requiring external transducer supply.

Our cables of different lengths are equipped with standard LEMO connectors.

* refer to the appropriate datasheet

